

POTENSI FITOREMEDIASI BAMBUN AIR (*Equisetum hyemale* L.) DALAM MEREDUKSI LOGAM BERAT KROMIUM LIMBAH CAIR KAIN JUMPUTAN DENGAN SISTEM LAHAN BASAH BUATAN

Merry Sitia*, Juswardi

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km. 32 Indralaya OI, Sumatera Selatan. 30662 Telp. 0711-580067/
Faks. 0711-580067
*E-mail: Merrysitia@gmail.com

Abstrak

Limbah cair industri kain jumputan mengandung berbagai logam berat yang berasal dari pewarna sintetik, salah satu logam berat yang terkandung adalah kromium. Upaya untuk mengatasi pencemaran akibat limbah cair kain jumputan salah satunya dengan fitoremediasi. *Equisetum hyemale* Lour. merupakan tumbuhan air yang dapat mengakumulasi logam berat, namun kemampuan adaptasi terhadap limbah cair kain jumputan menggunakan sistem lahan basah buatan belum diketahui. Sehingga perlu dilakukan penelitian dengan tujuan mengetahui potensi, batas konsentrasi yang mampu diremediasi dan respons *E.hyemale* dalam fitoremediasi limbah cair kain jumputan dengan sistem lahan basah buatan (CWs). Potensi fitoremediasi *E.hyemale* menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pada konsentrasi limbah cair 0 % (kontrol), 25 %, 50 %, 75 %, dan 100 % dengan 4 kali pengulangan, sehingga didapatkan 20 unit percobaan. Pengamatan limbah cair terdiri dari variabel pH, BOD, TSS, dan kromium, sedangkan pengamatan *E. hyemale* berupa berat segar, laju pertumbuhan relative serta respons morfologi *E. hyemale*. Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis varian, jika terdapat perbedaan nyata dilakukan uji lanjut perbandingan berganda Duncan pada α 5 % dan data kualitatif berupa respons morfologi *E. hyemale* disajikan dalam bentuk gambar dan dideskripsikan. Hasil akhir penelitian menunjukkan bahwa *E.hyemale* memiliki potensi dalam meremediasi limbah cair kain jumputan dengan sistem lahan basah buatan aliran horizontal. Batas konsentrasi untuk fitoremediasi menggunakan *E. hyemale* terdapat pada 75% limbah cair dengan potensi remediasi logam berat kromium (Cr) sebesar 0,3333 mg/L per hari. Potensi *E. hyemale* untuk parameter air limbah pH, BOD, TSS, dan Cr pada konsentrasi 75 % limbah cair sebesar 0,0034 per hari, 0,0613 mg/L per hari, 0,0324 mg/L per hari, dan 0,3333 mg/L per hari. Lahan basah buatan horizontal menggunakan media pasir dan kerikil dengan lama waktu retensi 14 hari mempengaruhi potensi *E. hyemale* dalam penurunan kadar pH, BOD, TSS, dan Cr dengan potensi masing-masing pada konsentrasi 100 % limbah cair 7,3, 60,6 mg/L, 102,20 mg/L, 1,108 mg/L hingga memenuhi baku mutu untuk kadar BOD sebesar 42,5 mg/L, 77,5 mg/L, dan 0,01 mg/L.

Kata kunci: Limbah Cair Kain Jumputan, Fitoremediasi, Sistem Lahan Basah Buatan, Kromium, *Equisetum hyemale*.

1. PENDAHULUAN

Songket dan jumputan merupakan salah satu kain khas kota Palembang. Menurut Rusdianasari (2020), hasil survei data Dinas Perindustrian, di Palembang terdapat sekitar 230 pengrajin kain songket dan kain jumputan. Proses produksi industri kain jumputan menggunakan pewarnaan sintetik dan akan menghasilkan limbah cair yang jumlahnya berkisar hingga 80% dari keseluruhan jumlah air yang digunakan. Oleh karena itu, peningkatan jumlah produksi kain jumputan akan meningkatkan jumlah limbah cair (Nurroisah).

Limbah cair industri kain jumputan mengandung logam berat kromium yang berasal dari pewarna sintetik seperti CrCl_3 (kromium klorida), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (kalium dikromat), $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ (kromium nitrat), dan PbCrO_4 (timbal II kromat). Kandungan logam berat kromium bersifat neurotoksik, sehingga limbah yang dibuang langsung ke perairan dapat mengakibatkan iritasi kulit dan gatal-gatal, serta dapat menyebabkan kematian pada organisme akuatik (Murniarti *et al.*, 2015).

Kadar Cr ditentukan oleh konsentrasi Cr pada pewarna yang digunakan, jumlah pelarut pewarna, dan frekuensi pencucian. Cr total dengan kisaran angka 1,0 mg/L belum mematuhi baku mutu lingkungan (Cahyanto *et al.*, 2018). Fitoremediasi sistem lahan basah buatan (*Constructed Wetlands*) merupakan sistem pengolahan limbah yang meliputi proses fisik, kimia, dan biologi. Secara biologi dilakukan dengan penggunaan tumbuhan sebagai fitoremediator (Qomariyah *et al.*, 2017).

Bambu air (*Equisetum hyemale* Lour.) merupakan salah satu tanaman jenis *marginal aquatic plant* yang memiliki keunggulan mudah untuk tumbuh, mudah dalam perawatannya,

dan tahan terhadap pengaruh luar. *E.hyemale* dilaporkan mampu meremediasi kadar timbal (pb) pada fitoremediasi limbah *leachate* sebesar 82,2% pada perlakuan sistem batch dengan jumlah tanaman 60 batang (Anam *et al.*, 2013), selain itu *E.hyemale* mampu menurunkan kadar kromium setelah perlakuan 60 batang pada sistem kontinyu (Suharto *et al.*, 2011). Ditambahkan Prihartini *et al.* (2020), pada sistem lahan basah buatan *E.hyemale* mampu menurunkan kadar Mn sebesar 99,90%.

Berdasarkan latar belakang diatas perlunya dilakukan penelitian tentang potensi *E.hyemale* untuk meremediasi kandungan kromium limbah cair kain jumputan dan konsentrasi limbah yang mampu diremediasi *E.hyemale* menggunakan sistem lahan basah buatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi *E.hyemale* dalam meremediasi kadar kromium dan batas konsentrasi yang baik untuk fitoremediasi limbah cair kain jumputan dengan sistem lahan basah buatan. Manfaat dari penelitian ini, diharapkan dapat memberikan informasi tentang fitoremediasi limbah cair kain jumputan, potensi *E. hyemale* dalam penurunan kadar kromium serta sistem fitoremediasi yang digunakan, dan diharapkan dapat dikembangkan sebagai alternatif mengatasi pencemaran air oleh limbah cair kain jumputan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Penelitian dilaksanakan di Rumah Percobaan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Pengambilan sampel di Kelurahan Tuan Kentang.

2.2. Alat dan Bahan. Alat yang digunakan adalah bioreaktor, pH meter, botol sampel, timbangan, spektrofotometer serapan atom. Bahan yang digunakan adalah *E.hyemale*, krikil, pasir, air suling, dan air limbah.

2.3. Rancangan penelitian, menggunakan RAL dengan 5 perlakuan (kontrol (0%), 25%,50%,75%,dan 100%) 4 kali ulangan, didapatkan 20 unit percobaan dengan waktu retensi 14 hari.

2.4. Cara kerja:

- **Aklimatitasi *Equisetum hyemale* Lour.** *Equisetum hyemale* diaklimatisasi selama 7 hari dengan mengadaptasikan tumbuhan pada media air sumur.

- **Perlakuan pada *Equisetum hyemale* Lour.**

Campuran limbah cair kain jumputan dan air sesuai perlakuan yaitu 0% sebagai kontrol, 25%, 50%, 75%, dan 100% dengan banyak volume total 10 L. *Equisetum hyemale* Lour yang telah diaklimatisasi dipilih yang memiliki kriteria batang segar bewarna hijau.

2.5. Pengukuran Variabel *Equisetum hyemale* Lour.

- Kadar Kromium

Pengukuran kadar kromium dilakukan pada awal penelitian dan pada hari ke-14, di DLHP Palembang dengan mengacu pada SNI 6989. 17 : 2009. Kadar kromium dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{KadarCr} - \text{Total} = c \times fp$$

Keterangan:

c = kadar yang didapat hasil pengukuran (mg/l)

fp = faktor pengenceran

- Kemampuan Fitoremediasi

Kemampuan fitoremediasi *E.hyemale* menggunakan rumus untuk mendapatkan nilai potensi per hari (Kumar *et al.* 2005):

$$\mu_i = \langle \ln(P_i / P_o) \rangle / t_i$$

Keterangan

μ_i : Kemampuan fitoremediasi ke i

Ln : log natural

P_i : Pengamatan ke i

P_o : Pengamatan awal

t_i : waktu ke i

- Berat Segar *Equisetum hyemale* Lour

Pengukuran berat segar dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Perubahan berat segar *E.hyemale* diperoleh dari pengurangan antara berat *E.hyemale* awal penelitian dengan berat akhir.

- Laju Pertumbuhan Relatif *Equisetum hyemale* Lour, pertumbuhan berupa berat segar diukur diawal dan di akhir penelitian untuk mengetahui laju pertumbuhan *Equisetum hyemale* Lour., per hari. Laju Pertumbuhan relative dihitung dengan rumus:

$$LPR = \log W_2 - W_1 / t_2 - t_1$$

Keterangan :

LPR : Laju Pertumbuhan Relatif

W_1 : Berat segar tanaman awal

W_2 : Berat segar tanaman akhir

t_1 : Waktu pengamatan awal

t_2 : Waktu pengamatan akhir

-Respons *Equisetum hyemale* Lour., Parameter pengamatan respons tanaman berupa keadaan morfologi tanaman meliputi perubahan fisik dan warna pada bagian akar, batang, dan tunas.

2.6. Analisis data

Analisis data secara ANAVA, jika $F_{hit} > F_{tabel}$, akan dilakukan uji WBD 5%, serta data respons dari *E.hyemale* di sajikan dalam bentuk gambar dideskripsikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN**3.1. Kadar Kromium (Cr Total) pada Limbah Cair Kain Jumputan**

Analisis varian (ANAVA) didapatkan hasil bahwa fitoremediasi menggunakan *E.hyemale* berpengaruh secara nyata terhadap penurunan kadar kromium. Potensi fitoremediasi *E.hyemale* dalam menurunkan kadar kromium limbah cair kain jumputan dengan berbagai konsentrasi air limbah dapat dilihat pada Tabel 4.5., sebagai berikut:

Tabel 4.5 Potensi *Equisetum hyemale* Lour, terhadap Kadar Kromium dalam Fitoremediasi Limbah Cair Kain Jumputan

Konsentrasi (%)	Kadar Kromium		Potensi (mg/L per hari)
	Awal	Akhir	
0	0,170	0,017	0,1691 ^a
25	0,205	0,021	0,1621 ^a
50	0,801	0,012	0,2972 ^a
75	0,964	0,01	0,3333 ^b
100	1,108	0,01	0,3551 ^b

Keterangan :

* Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji WBD taraf 5%.

E.hyemale berpotensi dalam menurunkan kadar kromium tertinggi sebesar 0,3551 mg/L per hari pada konsentrasi 100% limbah cair. Setelah itu diikuti dengan konsentrasi 75%, 50%, 0%, dan 25% limbah cair kain jumputan. Pada konsentrasi 75% limbah cair potensi yang didapatkan sebesar 0,3333 mg/L per hari. Potensi *E.hyemale* pada konsentrasi 0% dan 25% limbah cair berbeda nyata terhadap potensi pada konsentrasi 50%, 75%, dan 100% limbah cair.

Penurunan nilai kromium total yang tinggi pada konsentrasi 100% limbah cair diduga terjadi karena sifat penyerapan logam yang optimum oleh *E.hyemale*. Namun, penggunaan CWs berperan dalam proses penyisihan polutan berupa logam berat. Penyisihan logam berat terjadi secara absorpsi dan sedimentasi pada substrat yang digunakan, dan penggunaan substrat akan berpengaruh pada hasil fitoremediasi seperti pengurangan polutan BOD dan TSS.

Fitoremediasi oleh *E.hyemale* terjadi dengan menyerap langsung kontaminan pada limbah, mengakumulasi, dan melepaskan eksudat serta enzim untuk menstimulasi aktivitas mikroba, dan penyerapan nutrisi mineral di daerah rhizosfer. Selain itu, penguapan oleh tanaman dapat terjadi untuk migrasi bahan kimia. Yosep (2019), menyatakan dalam meremediasi zat kontaminan. *E.hyemale* melakukan enam proses fitoremediasi yakni, fitoakumulasi, rhizofiltrasi, fitostabilisasi, rizodegradasi, fitodegradasi, dan fitovolatilisasi.

Tanaman yang digunakan dan jenis logam yang akan diserap dapat bersifat toksik setelah perombakan melalui konversi kimia atau kompleksasi. Menurut Irhamni *et al.* (2017) tanaman dapat menyerap logam secara rizosfer tergantung sifat tanaman itu sendiri, efisiensi pengangkutan ditingkatkan dengan molekul khelat seperti histidine yang dapat mengikat Cr. Serta lokalisasi untuk mencegah keracunan logam pada sel, seperti mekanisme detoksifikasi dengan menimbun logam tersebut akar.

3.2. Berat Segar dan Laju Pertumbuhan Relatif *Equisetum hyemale* Lour.

Analisis varian mengenai fitoremediasi limbah cair kain jumputan menggunakan *E.hyemale* didapatkan bahwa kenaikan berat segar dan laju pertumbuhan relative *E.hyemale* berpengaruh secara nyata. Kenaikan berat segar dan LPR *E.hyemale* pada fitoremediasi limbah cair kain jumputan dengan berbagai konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 4.6., sebagai berikut:

Tabel 4.6. Kenaikan Berat Segar dan LPR pada Konsentrasi yang Berbeda setelah Fitoremediasi dengan *Equisetum hyemale* Lour.

Konsentrasi (%)	Berat Segar (gram)		LPR (gram/ hari)
	Awal	Akhir	
0	100	130	0,3448 ^a
25	100	140	0,3508 ^a
50	100	110	0,3324 ^a
75	100	105	0,3291 ^a
100	100	60	-0,2857 ^a

Keterangan :

* Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji WBD taraf 5%.

(-) : Pengurangan

Konsentrasi 25% limbah cair memiliki nilai tertinggi untuk LPR sebesar 0,3508 gram per hari. LPR *E.hyemale* pada setiap konsentrasi (0 %, 25 %, 50 %, 75 %, dan 100 %) limbah cair berbeda tidak nyata. *E.hyemale* pada konsentrasi 50% dan 75% limbah cair mendapati kondisi pertumbuhan yang terhambat, dan terjadi perubahan fisik semakin memburuk pada konsentrasi 100 %. Hal ini didapat dikarenakan besarnya toksisitas dari polutan yang diserap oleh tanaman sehingga menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat dan dipercepat dengan adanya dekomposisi. Menurut Nigsih *et al.* (2014), kadar cekaman logam berat berbanding terbalik dengan pertumbuhan tanaman, semakin tinggi kadar logam yang terkandung maka akan semakin kecil pertambahan berat segar dan laju pertumbuhan tanaman tersebut.

3.3. Respon *Equisetum hyemale* Lour.

3.3.1. Kondisi Fisik Akar *E.hyemale*

Pada awal penelitian akar tanaman belum tumbuh dengan banyak dan hanya beberapa akar baru yang bagian ujungnya mencuat. Sedangkan pada kondisi akhir penelitian, perakaran dari *E. hyemale* menunjukkan perbedaan morfologi dengan bertambah banyak akar muda yang mencuat panjang dari bagian akar tanaman dan akan berbeda pada setiap konsentrasi limbah cair (Gambar 4.1).



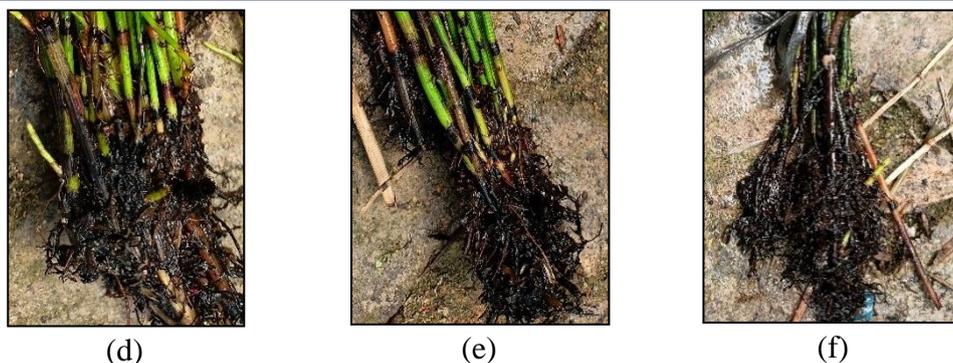
(a)



(b)



(c)



Gambar 4.1 Perubahan kondisi fisik dan warna akar *E. hyemale* setelah fitoremediasi limbah cair kain jumputan.

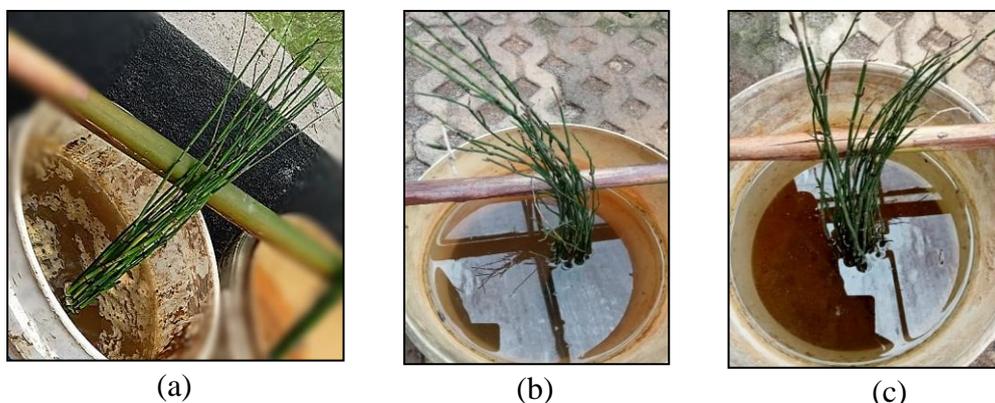
Sumber: Dokumentasi Pribadi 2021

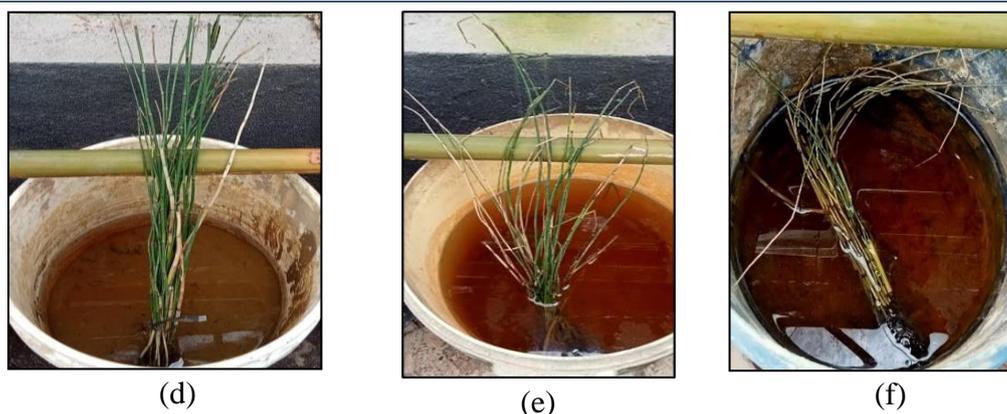
Kondisi fisik akar yang berubah diduga sebagai bentuk dari keterbatasan akumulasi logam berat *E. hyemale*, dan keracunan logam akan terjadi, tertimbun di akar. Menurut Irhamni *et al* (2017), cara pengambilan logam yang bersamaan dengan penyerapan nutrisi, menyebabkan logam masuk dan tersimpan diberbagai sel tumbuhan. Namun, tumbuhan memiliki keterbatasan pengakumulasian logam, sehingga logam yang diakumulasikan dapat diubah dalam bentuk toksik melalui proses kompleksasi yang terjadi. Hal ini juga sejalan dengan Nurlina *et al.* (2016), tumbuhan akan mengalami kejenuhan saat mengakumulasikan logam berat kedalam tubuhnya. Yuliana (2019), menambahkan semakin tinggi konsentrasi limbah maka warna akar akan semakin gelap, hal ini dapat terjadi saat proses fitoekstraksi yang mengakibatkan perubahan warna akar menjadi gelap dan warna limbah menjadi lebih jernih.

Toksistas kromium diduga menghambat pembelahan sel dan pemanjangan akar dan perubahan warna pada akar terjadi karena adanya endapan besi pada lapisan luar akar. Menurut Emamverdian *et al.* (2015), kromium diangkut melalui sistem perakaran dan tidak langsung diserap oleh tanaman, namun kromium diangkut dan diakumulasikan melalui ion pembawa seperti sulfat dan besi.

3.3.2. Kondisi Fisik Batang *E. hyemale*

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan pada batang *E. hyemale* setelah fitoremediasi menggunakan limbah cair kain jumputan dengan sistem lahan basah buatan dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut:





Gambar 4.2 : Perubahan fisik dan warna batang *E.hyemale* setelah fitoremediasi limbah cair kain jumputan.

Sumber: Dokumentasi Pribadi 2021

Setelah fitoremediasi, konsentrasi 0% limbah mendapatkan hasil morfologi batang bewarna kuning kehijauan hingga hijau tua, dan pada bagian ujung apeks *E.hyemale* mengalami kekeringan. Pada konsentrasi 25% *E.hyemale* terlihat lebih segar dengan warna hijau tua dan pada bagian apeks hanya beberapa batang yang kering. Konsentrasi 50% limbah cair didapatkan kondisi batang *E.hyemale* memiliki warna hijau tua namun terlihat tidak segar, dan bagian apeks yang mengering lebih banyak dibandingkan konsentrasi 25% limbah cair, sedangkan pengamatan pada konsentrasi 75% dan 100% limbah cair, batang *E.hyemale* mulai mengalami perubahan. Pada konsentrasi 75% bagian batang memiliki warna hijau kekuningan dan terlihat berair, bagian apeks tidak segar dan terdapat batang mati lebih banyak. *E.hyemale* pada konsentrasi 100% limbah cair, didapati batang mengalami pembusukan yang dimulai dari bagian akar hingga pertengahan batang, dan bagian apeks patah dan mati.

Logam berat kromium yang terserap pada tanaman menyebabkan kerusakan jaringan seperti klorosis, dan kelainan metabolisme internal untuk memproduksi klorofil. Fitter dan Hay (2004), menambahkan bahwa proses metabolisme akan terganggu karena penyerapan logam berat, hal ini akan mempengaruhi pembentukan sel-sel dan jaringan tanaman. Penurunan pertumbuhan pada bagian akar akan berpengaruh pada pertumbuhan bagian tajuk, kedua hal tersebut akan mempengaruhi biomassa tanaman.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1. Simpulan

1. Potensi *E. hyemale* untuk parameter air limbah pH, BOD, TSS, dan Cr pada konsentrasi 75% limbah cair sebesar 0,0034 per hari, 0,0613 mg/L per hari, 0,0324 mg/L per hari, dan 0,3333 mg/L per hari.
2. Batas konsentrasi untuk fitoremediasi limbah cair kain jumputan dengan sistem lahan basah buatan menggunakan *E. hyemale* terdapat pada konsentrasi 75% limbah cair dengan potensi meremediasi logam berat kromium (Cr) sebesar 0,3333 mg/L per hari.
3. Lahan basah buatan tipe aliran horizontal menggunakan media pasir dan kerikil dengan waktu retensi 14 hari berpotensi dalam penurunan kadar pH, BOD, TSS, dan Cr dengan potensi masing-masing pada konsentrasi 100% limbah cair 7,3, 60,6 mg/L, 102,20 mg/L, 1,108 mg/L hingga memenuhi baku mutu untuk kadar BOD sebesar 42,5 mg/L, TSS sebesar 77,5 mg/L, dan Cr sebesar 0,01 mg/L.

4.2. Saran

Potensi *Equisetum hyemale* Lour. pada fitoremediasi limbah cair kain jumptan dengan sistem lahan basah buatan perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mendesain sistem gabungan *sub surface flow* dan *free surface flow* yang dilengkapi inlet dan outlet untuk hasil yang lebih optimal. Menentukan fitoremediasi yang dilakukan oleh *Equisetum hyemale* L. serta perlu dilakukan analisis kandungan logam (BCF) pada *Equisetum hyemale* L. Selain itu perlu dikaji apakah kualitas air yang dihasilkan dapat digunakan untuk penyiraman tanaman, sebagai media perikanan, dan lain sebagainya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anam, M. M., Kurniati, E., & Suharto, B. (2013). Penurunan Kandungan Logam Pb Dan Cr Leachate Melalui Fitoremediasi Bambu Air (*Equisetum hyemale*) dan Zeolit. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 1(2).
- Emamverdian, A., Y. Ding., F. Mokhberdoran., & Y. Xie. (2015). Heavy Metal Stress and Some Mechanisms of Plant Defense Response. *The Scienttific World Journal*, 1-18.
- Fitter, A. S. and Hey. (2004). Global Environmental Change and the Biology of Arbuscular Mycorrhizas: Gaps and Challenges. *Canadian Journal of Botany*, 82(8), 1133-1139.
- Imtiyaz, J.D., dan Rachmadiarti, F. (2021). Kemampuan Tapak Dara Air sebagai Agen Fitoremediasi LAS Detergen. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 9(1), 51-57.
- Irhamni, I., Pandia, S., Purba, E. dan Hasan, W. (2017). Kajian Akumulator Beberapa Tumbuhan Air dalam Menyerap Logam Berat Secara Fitoremediasi. *Jurnal Serambi*, 1(2), 75-84.
- Murniati, T., Inayati., dan MTh. S. Budiastuti. (2015). Pengelolaan Limbah Cair Industri Batik dengan Metode Elektrolisis sebagai Upaya Penurunan Tingkat Konsentrasi Logam Berat di Sungai Jenes, Laweyan, Surakarta. *Jurnal Ekosains*, 7(1), 77-83.
- Ningsih, I. S. R., Lestari, W., dan Aziz, Y. (2014). *Fitoremediasi Zn dari Limbah Cair Pabrik Pengolahan Karet dengan Pemanfaatan Pistia Stratiotes L.* Doctoral Dissertation. Universitas Riau.
- Nurlina, S.S., Ruslan, U. (2016). *Akumulasi Logam Berat Besi pada Kiapu dari Air Sekitar Workshop UNHAS*. Makalah di Seminarkan pada Prosiding Seminar Nasional From Basic Science to Comprehensive Education. Makassar UIN Alauddin Makassar.
- Prihatini, N. S. (2020). Efisiensi Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Permukaan dengan Variasi Debit dalam menyisihkan Mangan pada Air Asam Tambang. Efisiensi Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Permukaan dengan Variasi Debit dalam menyisihkan Mangan pada Air Asam Tambang. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6(1), 77-85.
- Qomariyah, S., Sobriyah, S., Koosdaryani, K., & Muttaqien, A. Y. (2017). Lahan Basah Buatan sebagai Pengolah Limbah Cair dan Penyedia Air Non-Konsumsi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(1), 25-32.
- Rusdianasari, I. Hajar., I. Ariyanti., Y. Bow. (2020). Pengembangan Desain Kain Jumptan Palembang untuk Meningkatkan Industri Kreatif. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 14-19.
- Rozari, P. D., dan Sherlly M. F. L. (2020). Penurunan Konsentrasi BOD, COD, dan Padatan Tersuspensi pada Air Limbah dengan Menggunakan Teknologi Sistem Lahan Basah Buatan. *Alkimia*, 6(2), 177-124.
- Suharto, B., Susanawati, L. D., & Wilistien, B. I. (2011). Penurunan Kandungan Logam Pb dan Cr Leachate Melalui Fitoremediasi Bambu Air (*Equisetum hyemale*) dan zeolit. *Agrointek*, 5(2), 148-158.
- Yosep, E. A. (2019). *Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Metode Fitorremediasi*. Tugas Akhir Politeknik Kesehatan Kupang.
- Yuliana, E. (2019). *Fitoremediasi Air Limbah Kain Jumptan Menggunakan Kayu Apu pada Berbagai Konsentrasi Limbah*. Skripsi Fakultas MIPA Jurusan Biologi Universitas Sriwijaya.