

PENGOLAHAN LIMBAH ELEKTROPLATING UNTUK PENURUNAN TSS, TOTAL KROM, DAN NIKEL DENGAN TEKNIK FITOREMEDIASI SISTEM SSF-Wetland

Ade Risma Dwi Hanifa¹⁾ Candra Dwi Ratna Wulandari²⁾

Erni Yulianti³⁾

1. mahasiswi

2. Dosen pembimbing skripsi

3. Dosen pembimbing skripsi

Prodi Teknik Lingkungan, FTSP, Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAK

Industri elektroplating memiliki karakteristik air limbah yang bervariasi. Kuantitas air limbah yang dihasilkan tidak terlampaui besar tetapi, tingkat toksisitasnya sangat berbahaya dilihat dari parameter utama Krom dan Nikel. Oleh karena itu diperlukan sistem pengolahan lanjutan menggunakan teknik fitoremediasi lahan basah buatan sistem aliran bawah permukaan (SSF-wetland). Pada penelitian ini menggunakan reaktor kontinyu yang memanfaatkan Tanaman Bambu Air dan Tanaman Lotus, menggunakan variasi berat basah tanaman 81 gr dan 198 gr serta variasi laju pembebanan hidrolis 100 l/m².hari dan 210 l/m².hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi reaktor aliran bawah permukaan dengan variasi berat basah tanaman, dan mengetahui pengaruh laju pembebanan hidrolis dalam menyisihkan konsentrasi TSS, Nikel, dan Total Krom pada limbah elektroplating setelah pengolahan fisik-kimia (Flokulasi-Koagulasi). Reaktor aliran bawah permukaan dengan variasi berat basah tanaman 198 gr dan laju pembebanan hidrolis 210 l/m².hari mampu menurunkan TSS sebesar 75% dengan menggunakan Tanaman Lotus pada berat-basah tanaman 198 gr dan laju pembebanan hidrolis 100 l/m².hari, sedangkan parameter Nikel dan Total Krom memiliki efisiensi penurunan sebesar 55,47% dan 61,13% dengan menggunakan Tanaman Lotus pada berat-basah tanaman 198 gr dan laju pembebanan hidrolis 210 l/m².hari.

Kata Kunci : Bambu Air, Lotus, TSS, Total Krom, Nikel, elektroplating, reaktor kontinyu, dan laju pembebanan hidrolis.

Air Limbah merupakan sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Limbah dari proses elektroplating merupakan limbah logam berat yang termasuk dalam limbah B3 (Bahan Beracun Berbahaya) (Nurhasni, 2013). Debit air limbah pada proses elektroplating tidak terlampaui besar, tetapi memiliki tingkat toksisitas tinggi jika dilihat dari parameter utama krom dan nikel. Industri elektroplating PT X Kabupaten Malang belum memiliki IPAL. limbah cair yang dihasilkan langsung dibuang ke badan air dan sebagian digunakan untuk menyirami tanaman. Limbah cair yang akan digunakan pada penelitian ini adalah effluent dari pengolahan fisik-kimia (koagulasi-flokulasi). Karakteristik limbah cair elektroplating setelah pengolahan fisik-kimia (koagulasi-flokulasi) yaitu TSS

sebesar 1 mg/l, Total Krom sebesar 7,77 dan Nikel sebesar 10,16 mg/.

Dalam Penelitian ini digunakan reaktor kontinyu dengan teknik fitoremediasi lahan basah buatan sistem aliran bawah permukaan (SSF-wetland) untuk menguji dua jenis tanaman berbeda yaitu Tanaman Bambu Air dan tanaman Lotus, dengan maksud sebagai pengolahan lanjutan dari proses pengolahan sebelumnya yaitu flokulasi-koagulasi khususnya untuk menurunkan kadar konsentrasi TSS, Total Krom dan Nikel pada air limbah elektroplating.

Fitoremediasi merupakan pengolahan tersier yang dinilai murah dan efisien. Pengolahan dengan fitoremediasi memanfaatkan tumbuhan air sebagai penyerap bahan pencemar (logam) maupun bahan – bahan organik.

Fitoremediasi

Pada proses fitoremediasi, tanaman berfungsi sebagai alat pengolah bahan pencemar dimana limbah padat atau cair dengan cara menyerap, mengumpulkan, serta mendegradasi bahan-bahan pencemar. Mekanisme kerja fitoremediasi terdiri dari beberapa konsep dasar yaitu :

1. Fitoekstraksi, merupakan penyerapan polutan oleh tanaman dari air atau tanah kemudian diakumulasi/disimpan didalam tanaman (daun atau batang), tanaman seperti itu disebut hiperakumulator.
2. Fitovolatilisasi, merupakan proses penyerapan polutan oleh tanaman dan polutan tersebut dirubah menjadi bersifat volatil dan kemudian ditranspirasikan oleh tanaman
3. Fitodegradasi, adalah proses penyerapan polutan oleh tanaman dan kemudian polutan tersebut mengalami metabolisme didalam tanaman.
4. Fitostabilisasi, merupakan proses yang dilakukan oleh tanaman untuk mentransformasi polutan didalam tanah menjadi senyawa yang non toksik.
5. Rhizofiltrasi, adalah proses penyerapan polutan oleh tanaman tetapi biasanya konsep dasar ini berlaku apabila medium yang tercemarnya adalah badan perairan.
6. Interaksi tanaman dan mikroorganismen pada proses remediasi tanah yang tercemar. Tanaman yang tumbuh dilokasi yang tercemar belum tentu berperan secara aktif dalam penyisihan kontaminan, bisa saja tanaman tersebut berperan secara tidak langsung. (kelly, 1997 dalam Ayu Arimbi, 2017)

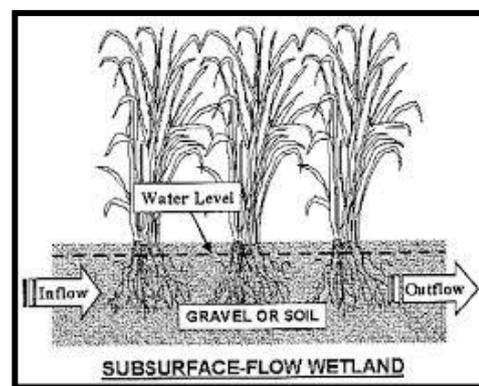
Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*)

Constructed Wetland atau Wetland menurut Metcalf dan Eddy (2003) dalam Ayu Arimbi, 2017, adalah suatu lahan yang jenuh air dengan kedalaman air tipikal yang kurang dari 0,6 meter yang mendukung pertumbuhan tanaman air emergent, misalnya Cattail, Bulrush, Reeds dan Sedges (*Carex*, sp). Fungsi rawa buatan yang pada umumnya digunakan sebagai keperluan pengolahan air tercemar, dan dapat juga didefinisikan sebagai ekosistem rawa buatan manusia yang didesain khusus untuk memurnihkan air tercemar dengan mengoptimalkan proses-proses fisika, kimia dan biologi dalam suatu kondisi yang saling berintegrasi (Dwi Endah Lestari, 2012)

Wetland dengan aliran di bawah permukaan tanah (SSF-Wetland)

Wetland dengan system Sub-surface Flow System (SSF) ini terdiri atas saluran atau kolam dangkal yang berisi tanah, pasir, atau media batu/kerikil yang akan membantu proses penyaringan air. Air tercemar atau air limbah mengalir di bawah permukaan media horizontal melalui zona perakaran tanaman rawa di antara kerikil/pasir. (Meutia, 2001 dalam Ayu Arimbi, 2017)

sistem Lahan Basah tersebut dapat dilihat secara rinci pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2. sistem aliran SSF-wetland

Tanaman Bambu Air

Tanaman Bambu air (*Equisetum hyemale*) seperti pada gambar 3 memiliki bentuk fisik dengan tinggi rerata 70 cm. Diameter batang berkisar antara 0,4 – 0,6 cm. Rerata massa tanaman 5,1 gram. Pemilihan spesifikasi tanaman berdasarkan jumlah dominan yang ada pada rumpun bambu air dengan karakter fisik yang segar, kuat, dan tidak mudah patah bukubukunya. Tanaman akan mampu meremediasi polutan jika tanaman tersebut sudah mencapai usia dewasa. Tanaman bambu air memiliki batang dengan kandungan silikat yang tinggi, yang berguna mengikat partikel logam yang terserap oleh akar tanaman.



Gambar 3. Tanaman Bambu Air

Tanaman Lotus

Seroja atau lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn) seperti pada gambar 4 adalah spesies tanaman air tahunan dari genus *Nelumbo*. Di Indonesia tanaman ini sering disebut Teratai (*Nymphaea*) walaupun sebenarnya keduanya tidak berkerabat. Tangkai berbentuk tabung yang kosong di tengahnya untuk jalan lewat udara. Daun terdapat di permukaan air, keluar dari tangkai yang erasa dari rimpang yang berada didalam lumpur pada dasar kolam, sungai, atau rawa. Daun Lotus ada dua macam, yaitu berbentuk datar, mengapung tepat di permukaan dan yang berbentuk cekungan tidak dalam, muncul keluar mencuat dari air di atas tangkai yang kaku. Lotus dapat hidup dengan baik pada temperatur perairan (23,9°C-29,4 °C) dengan substrat berlumpur. Menurut Slocum & Robinson (1996) dalam Dian Iskandar (2010) suhu yang baik untuk pertumbuhan Lotus adalah 24°C - 29°C selain itu pH yang baik untuk pertumbuhan tanaman pada kisaran pH netral 6-7.



Gambar 4. Tanaman Bambu Air

Media

Untuk meningkatkan kinerja constructed wetlands selain memanfaatkan tanaman air, constructed wetlands juga didesain dengan variasi media. Berikut karakteristik media dalam SSF-Wetland seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik dalam SSF-Wetland

Tipe Media	Diameter Butiran (mm)	Porositas (μ)	Konduktivitas Hidrolik (ft/d)
Medium sand	1	0,30	1.640
Coarse sand	2	0,32	3.280
Gravelly sand	8	0,35	16.400
Medium gravel	32	0,40	32.800
Coarse gravel	128	0,45	328.000

(Sumber : Hasti Suprihatin, 2014)

Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah proses dari sebuah organisme untuk menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan secara tiba-tiba, umumnya berupa perubahan temperatur, kelembapan, makanan yang biasanya disebabkan oleh perubahan musim atau iklim. Aklimatisasi bertujuan agar tumbuhan mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan tumbuh dalam perlakuan fitoremediasi (Maulina Cahyani, 2016).

Parameter Limbah

Total Suspended Solid (TSS)

Zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organik dan inorganik seperti dijelaskan pada

Krom Total (Cr) dan Krom Heksavalen (Cr⁶⁺)

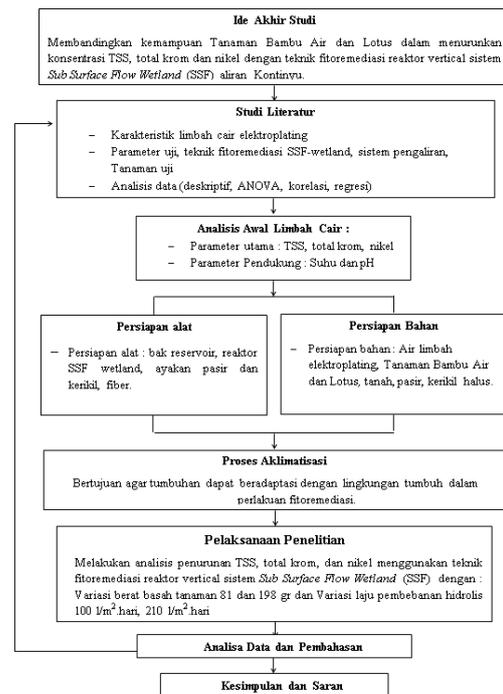
Kromium (Cr) merupakan logam yang keras, tahan panas, elektropositif, dan penghantar panas yang baik. Krom (Cr) merupakan salah satu unsur yang keberadaannya di lingkungan perlu dikendalikan mengingat sifatnya yang dapat mempengaruhi terhadap kesehatan manusia serta makhluk hidup lainnya. Tingkat oksidasi krom yang penting adalah +3 dan +6. Cr(VI) yang bersifat sebagai oksidator kuat dapat merusak jaringan sel dan bersifat toksik dan karsinogenik.

Nikel (Ni)

Nikel adalah logam putih yang keras dengan berat molekul 58,71. nikel bersifat liat, dapat ditempa dan sangat kukuh. Logam ini melebur pada 1455°C dan bersifat magnetis. Nikel adalah logam putih yang keras dengan berat molekul 58,71. (lukman Hakim dan Yayat iman S, 2017). Tingginya kadar nikel dalam jaringan tubuh manusia bisa mengakibatkan munculnya berbagai efek samping yaitu. Akumulasi Ni pada pankreas bisa menghambat sekresi hormon insulin.

METODE

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental untuk menentukan efisiensi antara penggunaan kedua jenis tanaman yang berbeda. Teknik yang digunakan adalah teknik fitoremediasi *Subsurface Flow System* (SSF) aliran vertikal guna menurunkan kandungan TSS, Nikel, dan Total Krom pada limbah cair elektroplating setelah dilakukan pengolahan terdahulu secara fisik dan kimia. Adapun tahap-tahap tersebut dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Kerangka Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Analisis Parameter yang dilakukan diperoleh data karakteristik limbah cair elektroplating setelah pengolahan koagulasi-flokulasi seperti pada tabe 2 di bawah ini:

No	Parameter	Satuan	Konsentrasi		Standar Baku Mutu*
			Limbah awal	Limbah setelah Koa-Flo	
1.	TSS	mg/l	45,25	1	20
2.	Total Chrom	mg/l	28,54	7,77	0,5
3.	Nikel	mg/l	20,62	10,16	1,0

Sumber : Hasil Pengamatan, 2018

* Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya

Penyisihan TSS

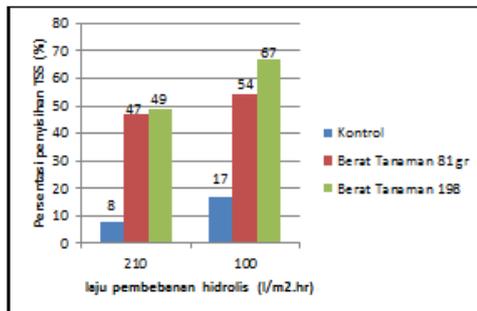
Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa Tanaman Bambu Air dan Lotus mampu menurunkan konsentrasi TSS seperti pada tabel dan grafik persentase penyisihan dibawah ini :

Tabel 3. Persentase Penyisihan TSS

Reaktor	Tanaman Uji	Variasi Berat Basah tanaman (gr)	Variasi laju pembebanan hidrolis (Liter/m ² .hari)	Konsentrasi Awal (mg/l)*	Konsent rasi akhir (mg/l)	%R
Kontrol	-	-	210	1	0,92	8
			100	1	0,83	17
Uji 1	Bambu air	81	210	1	0,53	47
			100	1	0,46	54
	198	210	1	0,51	49	
		100	1	0,33	67	
Uji 2	Lotus	81	210	1	0,75	25
			100	1	0,33	67
	198	210	1	0,5	50	
		100	1	0,25	75	

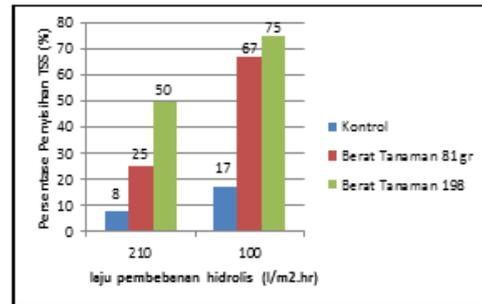
Sumber : hasil penelitian 2018

* hasil analisis limbah setelah pengolahan koagulasi flokulasi



Grafik 1. Hubungan Persentase Penyisihan TSS (%) terhadap laju pembebanan hidrolis dengan reaktor menggunakan Tanaman Bambu Air dan tanpa tanaman

penyisihan konsentrasi TSS yang terbesar terjadi pada reaktor dengan tanaman pada berat basah tanaman 198 gr. Menurut Yuniarmita (2015) bahwa tumbuhan dapat membantu penyisihan TSS yaitu secara sedimentasi, tumbuhan akan mengurangi kecepatan air dan turbulensi sehingga menyebabkan pengendapan.



Grafik 2. Hubungan Persentase Penyisihan TSS (%) terhadap laju pembebanan hidrolis dengan reaktor menggunakan Tanaman Lotus dan tanpa tanaman.

penyisihan konsentrasi TSS yang terbesar terjadi pada reaktor dengan tanaman pada berat basah tanaman 198 gr. Tumbuhan dapat membantu penyisihan TSS yaitu secara sedimentasi, tumbuhan akan mengurangi kecepatan air dan turbulensi sehingga menyebabkan pengendapan. Sama halnya pada reaktor menggunakan Tanaman Bambu Air, HLR optimum dalam penyisihan konsentrasi TSS yaitu ada pada laju pembebanan hidrolis 100 l/m².hr. Efisiensi penyisihan kandungan air limbah bergantung pada lamanya waktu detensi di dalam constructed wetland.

Penyisihan Nikel

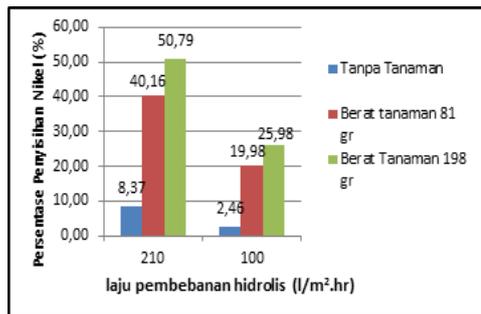
Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa Tanaman Bambu Air dan Lotus mampu menurunkan konsentrasi Nikel seperti pada tabel dan grafik persentase penyisihan dibawah ini :

Tabel 4. Persentase Penyisihan Nikel

Reaktor	Tanaman Uji	Variasi Berat Basah tanaman (gr)	Variasi laju pembebanan hidrolis (L/m ² .hari)	Konsentrasi Awal (mg/l)*	Konsentrasi akhir (mg/l)	%R
Kontrol	-	-	210	10,16	9,31	8,37
			100	10,16	9,91	2,46
Uji 1	Bambu air	81	210	10,16	6,08	40,16
			100	10,16	8,13	19,98
	198	210	10,16	5,00	50,79	
		100	10,16	7,52	25,98	
Uji 2	Lotus	81	210	10,16	5,34	47,41
			100	10,16	9,53	6,20
	198	210	10,16	4,52	55,47	
		100	10,16	8,16	19,69	

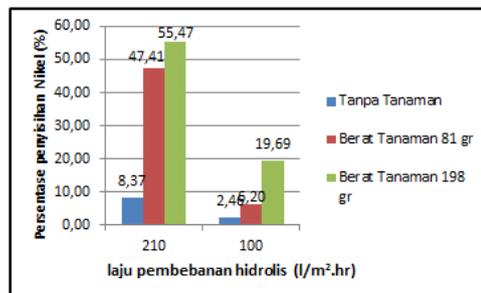
Sumber : hasil penelitian 2018

* hasil analisis limbah setelah pengolahan koagulasi flokulasi



Grafik 3 Hubungan Persentase Penyisihan Nikel (%) terhadap laju pembebanan hidrolis dengan reaktor menggunakan Tanaman Bambu Air dan tanpa tanaman.

Persentase penyisihan nikel tertinggi terjadi pada variasi berat basah tanaman 198 gr dan laju pembebanan hidrolis 210 l/m².hari pada HLR 100 l/m².hari. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan (Prayitno 2014) bahwa bambu air seiring bertambahnya waktu mengalami kejenuhan pada bagian akarnya, sehingga parameter nikel tidak lagi mengalami penurunan.



Grafik 4 Hubungan Persentase Penyisihan Nikel (%) terhadap laju pembebanan hidrolis dengan reaktor menggunakan Tanaman Lotus dan tanpa tanaman

Persentase penyisihan Nikel tertinggi pada variasi berat tanaman 198 gr dengan laju pembebanan hidrolis 210 l/m² kemudian laju pembebanan hidrolis 100 l/m² hal ini disebabkan dalam nutrisi nikel oleh tumbuhan menunjukkan bahwa serapan nikel dalam aktivitas yang tinggi dapat menyerap hingga 1,8 ppm ion Ni²⁺, namun penyerapan nikel yang berlebihan mengakibatkan daun tumbuhan berwarna kuning setelah itu tanaman akan mengalami kondisi kekeringan dan akhirnya akan mati. (G et al 2011 dalam papp 2016)

Penyisihan Total Krom

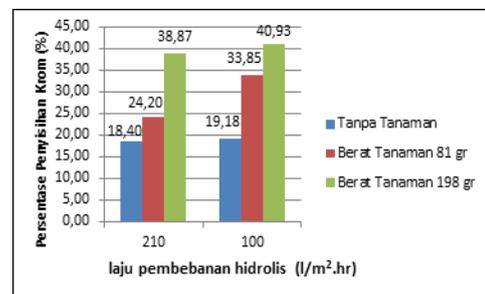
Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa Tanaman Bambu Air dan Lotus mampu menurunkan konsentrasi Total Krom seperti pada tabel dan grafik persentase penyisihan dibawah ini :

Tabel 5. Persentase Penyisihan Total-Krom

Reaktor	Tanaman Uji	Variasi Berat Basah tanaman (gr)	Variasi Laju Pembebanan Hidrolis (L/m ² hari)	Konsentrasi Awal (mg/l)*	Konsentrasi akhir (mg/l)	%R
Kontrol	-	-	210	7,77	6,34	18,40
			100	7,77	6,28	19,18
Uji 1	Bambu air	81	210	7,77	5,89	24,20
			100	7,77	5,14	33,85
		198	210	7,77	4,75	38,87
			100	7,77	4,59	40,93
Uji 2	Lotus	81	210	7,77	3,49	55,08
			100	7,77	4,20	45,95
		198	210	7,77	3,02	61,13
			100	7,77	3,19	58,94

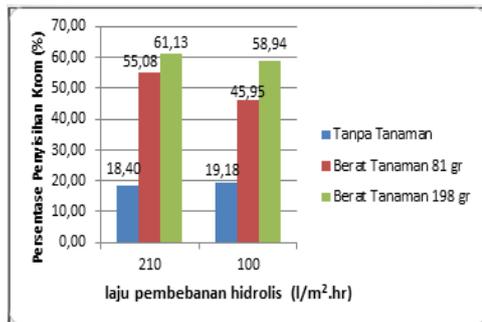
Sumber : hasil penelitian 2018

* hasil analisis limbah setelah pengolahan koagulasi flokulasi



Grafik 5 Hubungan persentase penyisihan Total krom (%) terhadap dengan reaktor menggunakan Tanaman Bambu Air dan tanpa tanaman

Persentase penyisihan Nikel tertinggi pada variasi berat tanaman 198 gr Pada reaktor uji hal ini dikarenakan adanya akar tumbuhan akan membantu persediaan oksigen lebih banyak, sehingga bakteri lebih optimal dalam penurunan konsentrasi. Akar tumbuhan merupakan tempat melekat dan berkembang biaknya bakteri yang akan mendegradasi bahan pencemar yang ada di dalam air limbah



Grafik 6 Hubungan persentase penyisihan Total krom (%) terhadap dengan reaktor menggunakan Tanaman Lotus dan tanpa tanaman

Penurunan persentasi Total-krom tertinggi pada variasi berat tanaman 198 gr dengan laju pembebanan hidrolis 210 l/m².hari kemudian presentasi penyisihan menurun pada laju pembebanan hidrolis 100 l/m².hari, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Djo (2017), dijelaskan bahwa konsentrasi logam dalam limbah juga mempengaruhi pertumbuhan tanaman; dengan meningkatnya konsentrasi logam dalam limbah maka pertumbuhan tanaman menjadi terhambat.

Pengaruh pH dan Suhu

Berikut adalah pengukuran pH dan Suhu Selama penelitian yang terdapat pada tabel 6 dan tabel 7 :

Tabel 6. Nilai pH awal dan Akhir

Tanaman Uji	Variasi Berat Basah tanaman (gr)	Variasi Laju Pembebanan Hidrolis (Liter/m ² .hari)	Nilai pH awal	Nilai pH akhir			Rata-rata
				PI	PII	PIII	
Kontrol	0	100	6,7	6,7	6,8	6,6	6,70
	0	210	6,7	6,7	6,8	6,7	6,73
Bambu air	81	100	6,7	6,9	6,9	6,8	6,87
		210	6,7	7,1	6,9	7	7,00
	198	100	6,7	7,2	7,1	7,1	7,13
		210	6,7	7,3	7,2	7,3	7,27
Lotus	81	100	6,7	7,2	7,3	7,2	7,23
		210	6,7	7,2	7,1	7,3	7,20
	198	100	6,7	7,4	7,5	7,4	7,43
		210	6,7	7,6	7,6	7,7	7,63

Sumber : hasil penelitian 2018

Tabel 7. Nilai pH awal dan Akhir

Tanaman Uji	Variasi Berat Basah tanaman (gr)	Variasi HLR (Liter/m ² .hari)	Nilai Suhu awal	Nilai Suhu akhir			Rata-rata
				PI	PII	PIII	
Kontrol	0	100	32	35	36	37	36
	0	210	32	28	28	27	28
Bambu air	81	100	32	34	35	34	34
		210	32	28	28	27	28
	198	100	32	33	35	33	34
		210	32	28	28	27	28
Lotus	81	100	32	32	35	34	34
		210	32	28	29	27	28
	198	100	32	34	35	35	35
		210	32	29	29	27	28

Sumber : hasil penelitian 2018

Dari pengukuran pH didapatkan nilai pH tertinggi yaitu 7,63 dan nilai pH terendah yaitu 6,70. Hal ini sejalan dengan pernyataan Effendi (2003) dalam rahadian (2017) , tingginya nilai pH disebabkan oleh proses fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman. Proses fotosintesis akan menghasilkan CO₂ dan melepas ion OH ke dalam air. Kenaikan pH akan menurunkan kelarutan logam dalam air, karena akan mengubah logam dari bentuk karbonat menjadi bentuk hidroksi yang membentuk ikatan dengan partikel pada badan air (Darmono, 1995 dalam serang 2018). Nilai pH netral dengan nilai 6-8 merupakan nilai yang optimum untuk pertumbuhan mikroorganisme.

Mikroorganisme merombak bahan organik (TSS) menjadi senyawa organik yang lebih sederhana seperti CO₂ dan NH₃ (Munawaroh, 2013).

Dari pengukuran suhu didapatkan nilai suhu pada semua reaktor selama penelitian berada dalam kisaran suhu optimum pertumbuhan mikroorganisme. Nilai suhu baik pada reaktor dengan Tanaman Bambu air maupun lotus berada dalam kisaran 28 – 36°C. Kisaran suhu tersebut termasuk dalam kisaran suhu mesofilik (20-45°C) Nilai ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ratnawati dan kholif (2018) yang menyatakan bahwa kondisi suhu mesofilik merupakan suhu yang sesuai untuk proses biodegradasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Reaktor SSF-Wetland memiliki kemampuan penyisihan tertinggi pada perlakuan dengan Tanaman Lotus dibandingkan menggunakan Tanaman Bambu air, namun demikian pada penelitian ini masih belum mampu menurunkan kadar Nikel dan Total-Krom hingga mencapai standar baku mutu yang telah ditetapkan.
2. Berat Basah Tanaman tinggi yang dipengaruhi oleh kecilnya laju pembebanan hidrolis pada Reaktor SSF-Wetland meningkatkan penyisihan TSS sebesar 75%. Sedangkan hal ini tidak berpengaruh pada penurunann nikel dan total krom yakni dengan penurunan sebesar 55,47% dan 61,13% berturut-turut penyisihan tertinggi didapat

dengan menggunakan Tanaman Lotus pada berat-basah tanaman 198 gr dan laju pembebanan hidrolis 210 l/m².hari.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian sistem SSF Wetland menggunakan variasi tanaman yang berbeda untuk meningkatkan kemampuan dalam menurunkan parameter TSS, Nikel, dan Total-Krom.
2. Perlu dilakukan penelitian sistem SSF-Wetland menggunakan variasi berat basah tanaman dan laju pembebanan hidrolis dengan range angka berbeda jauh agar didapatkan perbedaan yang signifikan dalam menurunkan parameter TSS, Nikel, dan Total-Krom.
3. Perlu dilakukan penelitian sistem SSF-Wetland dengan memanfaatkan Tanaman Bambu Air dan Lotus untuk mengurangi beban pencemaran pada limbah cair elektroplating setelah pengolahan kimia dengan parameter lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusetyadevy, Imbar dkk. 2011. *Fitoremediasi Limbah Yang Mengandung Timbal (Pb) Dan Kromium (Cr) Dengan Menggunakan Kangkung Air (Ipomoea Aquatica)*. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas teknik, Universitas Diponegoro.
- Alaerts, G dan Sumesti S. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya : Penerbit Usaha Nasional.
- Cahyani, Maulina, 2016. *Penurunan Konsentrasi Nikel (Ni) Total Dan Cod Menggunakan Tumbuhan Kayu Apu (Pistia Stratiotes L.) Pada Limbah Cair Elektroplating*. Jurusan Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Fajrin, Faruq. 2014. *Penggunaan Reaktor Subsurface Flow System Wetland (SSF) Guna Mengolah Limbah RPH*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Hadi, Syafrul. 2015. *Pengaruh Pelapisan Nikel (Ni) Terhadap Laju Korosi Pada Impeler Pompa*. Jurnal Momentum. Vol . 17 No 1, Februari 2015 .
- Hakim, Lukman dan Yayat Iman Supriyatna, 2017. *Pengambilan Logam Ni Dalam Limbah Elektroplating Dengan Proses Koagulasi Flokulasi*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Hastim, Nur Azizah. 2016. *Potensi Fitoremediasi Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Dalam Mereduksi Logam Berat Seng (Zn) Dari Perairan Danau Tempe Kabupaten Wajo*. Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar.
- Kelly.E.B.1997. *Ground Water Polution: Phytoremediation*.
cee.vt.edu/program_areas
/enviromental/teach/gwprimer
/phyto/phyto/htm.
- Keputusan Gubernur jawa timur No. 72 Tahun 2013, *Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya*.
- Lestari, Dwi Endah Lestari. 2012. *Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Metode Rawa Buatan (Constructed Wetland)*. Jurusan Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Marwati, Siti. 2007. *Karakterisasi Sifat Fisika-Kimia Limbah Cair Industri Electroplating*. Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Mulyaningsih, Nani. 2013. *Alternatif Pengendalian Pencemaran Limbah Nikel-Krom Pada Industri Kecil Pelapisan Logam*. Fakultas Teknik Universitas Tidar Magelang.
- Munawaroh, Ulum. 2013. *Penyesihan Parameter Pencemar lingkungan pada Limbah Cair industri Tahu menggunakan efektif mikroorganisme 4 (EM4) serta Pemanfaatannya*. Bandung : Jurusan Teknik Lingkungan (Institut Teknologi Nasional Bandung).
- Ningsih, Indah Sri Rahma. 2014. *Fitoremediasi Zn Dari Limbah Cair Pabrik Pengolahan Karet Dengan Pemanfaatan Pistia Stratiotes L.* Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Kampus Binawidya Pekanbaru.
- Nur, Fatmawati. 2013. *Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd)*. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar.

- Nurhasni, dkk. 2013. *Pengolahan Limbah Industri Elektroplating Dengan Proses Koagulasi Flokulasi*. Jurusan Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah.
- Nurhasni. 2013. *Pengolahan Limbah Industri Elektroplating Dengan Proses Koagulasi Flokulasi*. Jurnal Valensi Vol. 3 No.1, Mei 2013.
- Nurkhasanah, Silviatun. 2015. Kandungan Logam Berat Kromium (cr) Dalam Air, Sedimen, dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) serta karakteristik biometrik dan kondisi histologisnya di Sungai cimanuk Lama, Kabupaten Indramayu. Prodi Pengelolaan Sumberdaya Perairan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Prihartanti, Wenny Dwi Ratna dkk. 2012. Studi Penurunan Kromium dan Nikel dalam Pengolahan Limbah Cair Elektroplating Dengan Metode Elektroplating dengan Metode Elektrokoagulasi. Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP.
- Rahadian, Rahan, 2017. *Efisiensi Penurunan Cod Dan Tss Dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Kayu Apu (Pistia Stratiotes L.) Studi Kasus: Limbah Laundry*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Uversitas Diponegoro.
- Ratnawati, Rhenny dan Muhammad Al Kholif. 2018. *Aplikasi Media Batu Apung Pada Biofilter Anaerobik Untuk Pengolahan Limbah Cair Rumah Potong Ayam*. Surabaya : Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas PGRI Adi Buana (UNIPA).
- Serang, Lia Kurniawati Odar. 2018. *Fitoremediasi Air Tercemar Logam Kromium Dengan Menggunakan Sagittaria Lancifolia Dan Pistia Stratiotes Serta Pengaruhnya terhadap pertumbuhan kangkung Darat (Ipomea reptans)*. Malang: jurusan tanah. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.
- Sitompul, Debora. 2013. *Pengolahan Limbah Cair Hotel Aston Braga City Walk Dengan Proses Fitoremediasi Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok*. Jurusan teknik lingkungan, Institut Teknologi Nasional.
- SNI 06-6989.17-2004. *Air Dan Air Limbah – Bagian 17: Cara Uji Krom Total (Cr- T) Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – Nyala*. Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- SNI 06-6989.18-2004. *Air Dan Air Limbah – Bagian 18: Cara Uji Nikel (Ni) Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – Nyala*. Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- SNI 06-6989.3-2004. *Air Dan Air Limbah- Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solid, TSS) Secara Gravimetri*. Badan Standardisasi Nasional (BSN).