

Pengaplikasian Kayu Apu (*Pistia stratiotes L*) Dalam Menurunkan Kadar BOD, COD dan TSS Pada Limbah Cair Laboratorium Di RSUD Besuki Kabupaten Situbondo

Sudiana Vurigga Sari¹, Narwati², Pratiwi Hermiyanti³

¹²³Poltekkes Kemenkes Surabaya email: vuri_besuki@yahoo.com

ABSTRACT

*Hospital Laboratory wastewater contains organic compounds with a high enough concentration and possibly contain other chemical compounds and pathogenic microorganisms that can cause disease to the surrounding community. A way to overcome this problem is to do hospital laboratory liquid waste treatment. One alternative that can be used is the phytoremediation method using apu wood plants. Research on decreasing levels of BOD, COD and TSS in Besuki Public Hospital laboratory wastewater using Apu Wood (*Pistia stratiotes L*) was carried out in January - March 2019 with the aim to determine the decrease in laboratory wastewater BOD, COD and TSS after being given Apu (*Pistia stratiotes L*). The method used in treating liquid waste laboratory is phytoremediation. The results showed that after being treated as many as 10 treatments with the contact time of the apple plant for 1 day, 3 days and 6 days there was a significant decrease in BOD levels in the treatment with indigo $P = 0,000 < 0,05$ for COD levels based on ANOVA output, known the value based on Anova sig table results is $0,000 < 0,05$ so it can be concluded that the average COD level after being treated is "DIFFERENT" significantly while the TSS parameter is ANOVA test with sig value $0,309 > 0,05$ which means "NO DIFFERENCE" Significantly on the treatment. It is recommended for further research, it should be endeavored to use plants that have resistance to waste, especially for contact time so that they can use higher waste concentrations with longer contact times.*

*Keywords: BOD, COD, TSS, Apu Wood Plant (*Pistia stratiotes L*)*

Abstrak

Air limbah Laboratorium Rumah Sakit mengandung senyawa organik dengan konsentrasi yang cukup tinggi dan kemungkinan mengandung senyawa-senyawa kimia lain serta mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit terhadap masyarakat di sekitarnya. Suatu cara untuk menanggulangi permasalahan tersebut adalah melakukan pengolahan limbah cair laboratorium Rumah Sakit. Salah satu alternatif pengolahan limbah cair yang dapat digunakan adalah metode fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu. Penelitian tentang penurunan kadar BOD, COD dan TSS pada limbah cair laboratorium RSUD Besuki dengan menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes L*) telah dilakukan pada Bulan Januari - Maret 2019 dengan tujuan untuk mengetahui penurunan kadar BOD, COD dan TSS limbah cair Laboratorium sesudah diberi Kayu Apu (*Pistia stratiotes L*). Metode yang digunakan dalam mengolah limbah cair Laboratorium adalah fitoremediasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sesudah diberi perlakuan sebanyak 10 perlakuan dengan waktu kontak tanaman kayu apu selama 1 hari, 3 hari dan 6 hari mengalami penurunan kadar BOD yang signifikan pada perlakuan dengan nilai $P = 0,000 < 0,05$ Untuk Kadar COD berdasarkan output anova, diketahui nilai berdasarkan hasil tabel Anova sig sebesar $0,000 < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata kadar COD setelah diberi perlakuan tersebut "BERBEDA" secara signifikan. Sedangkan pada parameter TSS uji ANOVA dengan nilai sig $0,309 > 0,05$ yang artinya "TIDAK ADA PERBEDAAN" secara signifikan pada perlakuan tersebut. Disarankan untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya diusahakan memanfaatkan tanaman yang mempunyai daya tahan terhadap limbahnya, terutama untuk waktu kontak sehingga dapat menggunakan konsentrasi limbah

yang lebih tinggi lagi dengan waktu kontak lebih lama lagi.

Kata kunci : BOD, COD, TSS, Tanaman Kayu Apu
(*Pistia stratiotes L*)

Pendahuluan

Limbah cair Rumah Sakit merupakan salah satu sumber penyebab potensial pencemaran lingkungan. Rumah Sakit yang berada di tengah pemukiman atau area padat penduduk terkadang dapat menimbulkan permasalahan tersendiri pada masyarakat yang berada di sekitar lingkungan Rumah Sakit. Hal ini disebabkan karena adanya kerusakan atau permasalahan lingkungan seperti tercemarnya sungai yang merupakan tempat yang paling vital bagi masyarakat dimana kegiatan seperti mandi, mencuci dilakukan masyarakat khususnya masyarakat pedesaan. Pengelolaan limbah cair Rumah Sakit mempunyai arti penting dalam rangka untuk mengamankan lingkungan hidup dari gangguan zat pencemar yang ditimbulkan oleh buangan Rumah Sakit tersebut. Air limbah yang berasal dari kegiatan Rumah Sakit merupakan salah satu sumber pencemar air yang sangat berbahaya. Hal ini disebabkan karena air limbah Rumah Sakit mengandung senyawa organik dengan konsentrasi yang cukup tinggi dan kemungkinan mengandung senyawa - senyawa kimia lain serta mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit terhadap masyarakat di sekitarnya. Setiap Rumah Sakit diharuskan memiliki instalasi pengolahan limbah sesuai dengan kemampuannya (Kepmenkes RI, 2004). Limbah cair yang berisi zat kimiawi tidak akan mampu dinetralsir dengan baik sehingga sangat membahayakan warga sekitar Rumah Sakit. Kandungan penyakit utamanya

meresap melalui tanah dan langsung tertuju ke dalam sumur yang lazim dijadikan sumber konsumsi air (Subekti, 2009).

Hasil uji kualitas air limbah dari outlet IPAL RSUD Besuki pada bulan September didapatkan hasil diantaranya suhu 27,9°C, pH 7,58, BOD 39,05mg/L, COD 192,7 mg/L, TSS 42,0 mg/L dengan rasio 0,202. Sedangkan menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi usaha dan / atau kegiatan Rumah Sakit Suhu 30°C, pH 6-9, BOD 30 mg/L, COD 80 mg/L, TSS 30 mg/L. Dari uraian data tersebut dapat disimpulkan bahwa BOD, COD dan TSS di RSUD Besuki melebihi Nilai Ambang Batas yang telah dipersyaratkan.

Level degradasi untuk suatu limbah menggunakan rasio BOD/COD. Menurut Mangkoedihardjo (2010:235-239) , Rasio BOD/COD tidak lebih dari sebuah indikator untuk dampak output dari zat organik yang berada pada air, limbah, lindi, kompos dan lain-lain baik dari alam maupun buatan. Ketika suatu limbah tingkat degradasinya semakin tinggi, maka rasio BOD/COD tersebut akan berbanding lurus menjadi semakin besar. Terdapat zona-zona pada rasio BOD/COD yang terbagi menjadi tiga, zona stabil, zona *biodegradable*, dan zona toksik. Rasio BOD/COD yang digunakan untuk proses biologis adalah di dalam range *biodegradable* yaitu 0,2-0,5 (Mangkoediharjo, 2010). Hal serupa dinyatakan oleh (Fresenius et al,1989) rasio BOD/COD antara 0,2 dan 0,5 dapat diolah dengan proses

biologis, tetapi proses dekomposisinya lebih lambat karena mikroorganisme pengurai membutuhkan aklimatisasi dengan limbah tersebut. Teknik fitoremediasi didefinisikan sebagai teknologi pembersihan, penghilangan atau pengurangan zat pencemar dalam tanah atau air dengan menggunakan bantuan tanaman (Chussetijowati, 2010). Mekanisme kerja fitoremediasi terdiri dari beberapa konsep dasar yaitu: fitoekstraksi, fitovolatilisasi, fitodegradasi, fitostabilisasi, rizofiltrasi dan interaksi dengan mikroorganisme pendegradasi polutan (Kelly, 1997).

Dari uraian diatas belum ada penelitian tentang tanaman kayu apu dalam menurunkan COD, BOD dan TSS pada limbah cair laboratorium Rumah Sakit, sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Pengaplikasian Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L) Dalam Menurunkan Kadar BOD, COD dan TSS Pada Limbah Cair Laboratorium Di RSUD Besuki Kabupaten Situbondo”**.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen semu (kuasi). Penelitian eksperimen merupakan salah satu jenis penelitian kuantitatif yang sangat kuat untuk mengukur hubungan sebab akibat. Penelitian yang dilaksanakan ini untuk mencari seberapa besar pengaruh kayu apu dengan metode fitoremediasi dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS pada air limbah

Laboratorium Rumah Sakit. Desain penelitian ini menggunakan “one group pretest-posttest design”. Dalam rancangan ini hanya menggunakan satu kelompok subyek serta melakukan pengukuran sebelum dan sesudah pemberian perlakuan pada subyek.

Dalam penelitian ini ditentukan jumlah perlakuan adalah sebanyak 10 perlakuan yaitu dengan 10 bak reaktor yang masing – masing diberi tanaman kayu apu sebanyak 2 tanaman, 4 tanaman, 6 tanaman, 8 tanaman 10 tanaman, 12 tanaman, 14 tanaman, 16 tanaman, 18 tanaman dan 20 tanaman dengan lama waktu kontak tanaman kayu apu dan limbah cair selama 1 hari, 3 hari dan 6 hari. Dan jumlah replikasi adalah sebanyak 2 replikasi, dengan kontrol pada masing-masing replikasi sebanyak 1.

Prosedur kerja dalam penelitian ini adalah

- a. Tanaman Kayu Apu dicuci bersih hingga tidak ada tanah yang menempel di akar.
- b. Hal pertama yang dilakukan adalah melakukan aklimatisasi bibit Kayu apu, Aklimatisasi dilakukan dengan meletakkan kayu apu pada bak reaktor yang diisi air bersih kemudian diberi pupuk cair organik untuk menambah nutrisi dan diberi aerator supaya ada sirkulasi udara. Aklimatisasi dilakukan selama ± 1 minggu

sampai dengan tanaman sudah benar - benar tumbuh dan kuat. Ditandai dengan akar yang menjadi lebih bersih, tumbuhnya tunas tanaman baru dan batang berdiri dengan kokoh disertai dengan bertambahnya ukuran tinggi tanaman sehingga siap untuk digunakan (Kurnia, 2014).

- c. Mengisi air limbah pada masing-masing bak reaktor sebanyak 50 liter dengan jumlah bak reaktor keseluruhan adalah 22 bak reaktor.
- d. Setelah itu pada masing - masing bak reaktor diberi tanaman kayu apu sebanyak 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 dan 20 tanaman dengan kriteria panjang daun 2-6 cm dan jumlah helai daun sebanyak 5 - 7 helai.
- e. Lama waktu kontak tanaman dengan sampel limbah cair selama 1 hari, 3 hari dan 6 hari.
- f. Melakukan pengambilan sampel sebanyak 500 ml pada masing - masing bagian berdasarkan waktu dan jumlah tanaman.
- g. Kemudian sampel air limbah dibawa ke laboratorium untuk diperiksa kandungan BOD, COD dan TSS setelah proses fitoremediasi.

Penelitian ini dilaksanakan mulai Bulan Januari - Maret 2019.

Hasil Penelitian

1) Hasil Pemeriksaan Kadar BOD Sebelum dan Sesudah Diberi Tanaman Kayu Apu

Pada tabel 1. menunjukkan rerata penurunan nilai BOD tertinggi pada 2 replikasi terletak pada jumlah kayu apu 20 tanaman pada hari ke 6 yaitu sebesar 84,43 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak tanaman kayu apu dan semakin banyak jumlah tanaman kayu apu yang digunakan pada limbah cair maka semakin besar penurunan kadar BOD nya.

2) Hasil Pemeriksaan Kadar COD Sebelum dan Sesudah Diberi Tanaman Kayu Apu

Pada tabel 2. menunjukkan bahwa rerata kadar COD mengalami naik turun di setiap tahapnya, pada jumlah tanamana 20 di hari ke 6 penurunannya sangat sedikit. Hal ini dapat disebabkan oleh daun yang gugur dan membusuk terendam oleh air sehingga bahan organik dalam air limbah akan meningkat dan nilai COD akan naik.

3) Hasil Pemeriksaan Kadar TSS Sebelum dan Sesudah Diberi Tanaman Kayu Apu

Pada tabel 3. menunjukkan bahwa rerata kadar TSS mengalami naik turun di setiap tahapnya, ada kenaikan tetapi terjadi penurunan yang

cukup signifikan pada jumlah kayu apu sebanyak 20 batang pada hari ke 6. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama limbah kontak dengan tanaman kayu apu dan semakin banyak jumlah tanaman yang disesuaikan dengan jumlah bak reaktor maka kadar TSS semakin turun. Akan tetapi di hari ke 3 dengan jumlah tanaman 16 sangat kecil sekali penurunannya, hal ini dapat disebabkan oleh adanya akar yang membusuk dan daun yang gugur kemudian busuk sehingga menambah padatan pada limbah cair tersebut.

4) **Pengaruh Tanaman kayu Apu Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD dan TSS dalam Limbah Cair Laboratorium RSUD Besuki**

Pengaruh tanaman kayu apu terhadap penurunan kadar BOD, COD dan TSS dapat diuji dengan menggunakan uji statistik Anova yang bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan pengaruh jumlah tanaman kayu apu dan lama waktu kontak terhadap penurunan kadar BOD, COD dan TSS.

Selanjutnya data diuji normalitasnya menggunakan *One-Sample Kolmogorov-Smirnov* dengan taraf normal. Kemudian uji dilanjutkan dengan uji homogenitas, berdasarkan output tabel diketahui nilai Signifikansi adalah sebesar $0,572 > 0,05$, sehingga dapat

signifikansi $\alpha = 0,05$. Pada Kadar BOD, berdasarkan tabel output SPSS, diketahui bahwa nilai signifikansi Asymp Sig.(2-tailed) sebesar 0,238 lebih besar dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal. Kemudian uji dilanjutkan dengan uji homogenitas, berdasarkan output tabel diketahui nilai Signifikansi adalah sebesar $0,001 < 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa varians kelompok perlakuan adalah homogen. Uji statistik dapat dilanjutkan pada Uji Anova, berdasarkan hasil tabel Anova diketahui nilai sig sebesar $0,000 < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata pada 10 perlakuan tersebut "BERBEDA" secara signifikan. Karena hasil uji anova menunjukkan H_0 ditolak (ada perbedaan), maka uji dilanjutkan dengan (**Post Hoc Test**) untuk melihat kelompok mana yang berbeda.

Pada parameter COD diuji normalitasnya menggunakan *One-Sample Kolmogorov-Smirnov* dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Pada Kadar BOD, berdasarkan tabel output SPSS, diketahui bahwa nilai signifikansi Asymp Sig.(2-tailed) sebesar 0,739 lebih besar dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi

disimpulkan bahwa varians kelompok perlakuan adalah heterogen. Uji statistik dapat dilanjutkan pada Uji Anova, berdasarkan hasil tabel Anova diketahui nilai sig sebesar

0,000 < 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata pada 10 perlakuan tersebut “BERBEDA” secara signifikan. Karena hasil uji anova menunjukkan H_0 ditolak (ada perbedaan), maka uji dilanjutkan dengan (**Post Hoc Test**) untuk melihat kelompok mana yang berbeda.

Pada parameter TSS diuji normalitasnya menggunakan *One-Sample Kolmogorov-Smirnov* dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Pada Kadar TSS, berdasarkan tabel output SPSS, diketahui bahwa nilai signifikansi Asymp Sig. (2-tailed) sebesar 0,739 lebih besar dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal. Kemudian

uji dilanjutkan dengan uji homogenitas, berdasarkan output tabel diketahui nilai Signifikansi adalah sebesar $0,221 > 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa varians kelompok perlakuan adalah heterogen. Untuk hasil uji homogenitas lama waktu kontak tanaman diperoleh nilai Sig sebesar $0,001 < 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata kadar TSS berdasarkan lama waktu kontak tanaman adalah homogen. Karena bersifat homogen kemudian dilanjutkan dengan uji ANOVA dengan nilai sig $0,309 > 0,05$ yang artinya “TIDAK ADA PERBEDAAN” secara signifikan pada perlakuan tersebut.

Tabel 1. Rerata Penurunan Kadar BOD Sebelum dan Sesudah diberi tanaman kayu apu

Hari ke -	Jumlah Tanaman Yang Ditambahkan										
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0	28,16										
1		14,7	23,335	27,76	33,145	37,47	45,555	50,05	56,015	60,13	66,645
3		19,835	23,655	30,235	33,4	41,58	47,09	51,435	57,915	60,68	79,965
6		22,55	24,965	31,52	35,89	44,48	48,16	53,3	58,545	62,095	84,43

Tabel 2. Rerata Penurunan Kadar COD Sebelum dan Sesudah diberi tanaman kayu apu

Hari Ke-	Jumlah Tanaman Yang Ditambahkan										
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0	59,47										
1		52,28	51,88	33,5	40,49	36,9	34,7	24,315	33,705	33,1	19,12
3		45,485	43,89	41,695	47,085	37,7	31,5	27,91	37,095	25,11	23,115
6		46,885	45,385	37,7	39,595	35,7	25,31	23,115	32,3	27,31	13,055

Tabel 3. Rerata Penurunan Kadar TSS Sebelum dan Sesudah diberi tanaman kayu apu

Hari Ke-	Jumlah Tanaman Yang Ditambahkan										
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0	41,5										
1		24,5	29,5	15	21	15	10	5,5	3,5	5,5	4,5
3		26,5	19,5	12	13,5	13	6,5	1,5	1	3,5	21,5
6		26,5	14,5	11	14,5	10	7	4	25,5	26	86,5

Pembahasan

1. Pada hari ke 6 tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes L*) cepat menguning. Hal ini disebabkan ruang kosong untuk berkembang dalam ember sudah tidak ada sehingga kemampuan tanaman tersebut bertahan hidup menjadi berkurang dan akhirnya cepat menguning. Setelah dipergunakan untuk pengolahan, akarnya bertambah panjang dan semakin banyak jumlahnya. Selain itu, akarnya juga menjadi lebih kotor dibanding sebelum dipergunakan untuk pengolahan. Hal tersebut dikarenakan banyaknya koloid dalam air limbah yang menempel di akar tanaman. Aerasi yang tidak baik menghambat metabolisme dan pertumbuhan akar. Kurangnya oksigen akan menghambat respirasi aerob sehingga energi untuk penyerapan berkurang. Bila respirasi anaerob terjadi, hasil akhir berupa alkohol yang dapat melarutkan lipoprotein membran plasma sehingga akar busuk. Aerasi yang jelek juga menyebabkan kadar CO₂ naik dan permeabilitas akar terhadap air berkurang. (Syahmi Edi, 2014. Fisiologi Tumbuhan).
2. Nilai BOD dipengaruhi juga oleh adanya tanaman yang menutupi permukaan air limbah. Keberadaan tanaman tersebut dapat menyerap zat organik yang terdapat dalam air limbah. Semakin banyak tanaman, maka semakin banyak bahan organik yang terserap dan bahan organik yang harus didegradasi oleh mikroorganisme semakin sedikit. Semakin sedikit bahan organik yang harus didegradasi oleh mikrobia, maka kandungan oksigen dalam air limbah semakin tinggi. Oksigen terlarut dalam air limbah juga semakin banyak karena adanya suplai oksigen dari hasil fotosintesis tanaman. Nilai BOD dipengaruhi adanya tumbuhan yang menutupi permukaan air limbah. Keberadaan tumbuhan tersebut menyerap zat organik yang terdapat dalam air limbah. Jadi semakin banyak tanaman, maka nilai BOD semakin kecil yang berarti semakin baik kualitas air limbah tersebut (Fachrurozi, 2010).
3. Selain dipengaruhi oleh banyaknya bahan buangan dan oksigen terlarut, nilai COD juga dipengaruhi oleh keberadaan tanaman dalam air limbah. Tanaman tentu melakukan proses fotosintesis dan menghasilkan oksigen sehingga mensuplai kebutuhan akan oksigen yang akan digunakan untuk menguraikan bahan organik yang terdapat di dalam air limbah. Keberadaan tanaman dapat menurunkan nilai COD yaitu dengan diserapnya bahan-bahan organik oleh tanaman. Keberadaan tanaman juga dapat menaikkan nilai COD yaitu daun-daun yang telah rusak akan membusuk karena terendam oleh air sehingga bahan organik dalam air limbah akan meningkat dan nilai COD akan naik. Bahan organik yang terdapat di dalam air limbah akan dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa lebih sederhana dan akan dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai *nutrient*, sedangkan sistem perakaran tumbuhan air akan menghasilkan oksigen yang dapat digunakan sebagai sumber energi/katalis untuk rangkaian proses metabolisme bagi kehidupan mikroorganisme (Supradata, 2005)
4. Penurunan nilai TSS juga disebabkan karena tanaman

kayu apu memiliki akar serabut yang dapat menjadi tempat menempelnya koloid yang melayang di air. Semakin banyak akar serabut yang dimiliki, maka semakin banyak koloid yang menempel pada

- akar-akar tersebut (Fachrurozi, 2010).
5. Eksperimen laboratoris mudah dan cepat dikendalikan dan hasilnya jelas/pasti. Namundemikian hasilnya kurang mengindikasikan kondisi lapangan (sarwoko,2009).

Simpulan

Fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu dengan jumlah tanaman yang berbeda yaitu 2,4,6,8,10,12,14,16,18,20 dan lama waktu kontak 1,3 dan 6 hari efektif dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS. Jumlah tanaman kayu apu dan lama waktu kontak sangat berpengaruh pada metode fitoremediasi tanaman kayu apu. Pada penelitian selanjutnya perlu diperhitungkan banyaknya jumlah sampel yang diperiksa karena jika sampel tidak segera di uji maka akan mempengaruhi hasil.

Perlu penelitian lanjutan mengenai kadar BOD dan COD pada bagian batang, akar dan daun tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes L*) dengan setiap kondisi waktu dan jumlah tanaman.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Pusat peningkatan Mutu Sumber Daya manusia Kesehatan, Badan PPSDM Kesehatan Kementerian Kesehatan Jakarta yang telah membiayai penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Adli, Hadyan. 2012. *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium dengan Metode Presipitasi dan Absorpsi untuk Penurunan Kadar Logam Berat*. Skripsi. Jakarta. Universitas Indonesia.
- Alamsyah, Bestari. 2007. *Pengelolaan Limbah di*

Rumah Sakit Pupuk Kaltim Bontang Untuk Memenuhi Baku Mutu Lingkungan. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.

- Andika B, Amanda S, Fanny SR, Firliyani RN. 2009. *Studi penyerapan timbal (Pb) menggunakan kayu apu Pistia stratiotes pada air permukaan Sungai Cisadane Kota Tangerang*. Makalah. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Arfan, H. Halidin, Ahmad Zubair, dan Alpryono. 2009. Studi Instalkansi Pengolahan Air Limbah RSUP. Dr. Wahidin Sudirohusodo. *Jurnal Penelitian Teknik Sipil*. Vol 10(1):1.
- Bonny Easter, 2017. *Kemampuan kayu apu (Pistia stratiotes l) dalam meremediasi air tercemar limbah logam Besi (Fe)*. Fakultas Teknobiologi Program Studi Biologi Universitas Atma Jaya.Yogyakarta
- Charisma Widya, Badrus Zaman dan Syafrudin. 2017. *Pengaruh waktu tinggal dan jumlah kayu apu (Pistia stratiotes l). terhadap penurunan konsentrasi BOD, COD dan warna*. Fakultas Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro.Semarang.
- Dea Ghiovani, Raissa dan Bieby Voijant Tangahu, 2017. *Fitoremediasi Air yang Tercemar Limbah Laundry dengan Menggunakan Kayu Apu (Pistia stratiotes L)*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut

- Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Eddy. 2008. Karakteristik Limbah Cair. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, Vol.2, No.2.
- Effendi, H. 2003. *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan Perairan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Fachrurozi, et al. 2010. *Pengaruh Variasi Biomassa PistiastratiotesL. Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta*. *Jurnal KES MAS UAD Vol. 4 No. 1 Januari 2010*. Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Ganjar Samudro dan Mangkoedihardjo. 2010. Review on BOD,COD and BOD/COD ratio: A triangle zone for toxic, biodegradable and stable levels. *International Journal of Academic Research* Vol.2 No.4 July
- Hardiani Henggar. 2009. *Potensi Tanaman Dalam Mengakumulasi Logam Cu Pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas*. BS, Vol. 44, No. 1, Juni 2009 : 27 – 40.
- Hardyanti dan Rahayu. 2006. *Fitoremediasi phosphat dengan pemanfaatan Enceng Gondok (Studi kasus pada Limbah Cair Industry Kecil Laundry)*. UNDIP. Semarang.
- Hidayati, Nuril. 2005. *Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator*. Pusat Penelitian Biologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Vol.12 No.1
- Indah Permatasari, Apriyono Rahadianoro. 2015. *Tahap aklimatisasi dan monitoring tanaman hasil explorasi pulau sempu : Blok Waru – waru di kebun Raya Purwodadi*. UNIBRAW. Malang.
- Irawanto, Rony. 2010. *Fitoremediasi Lingkungan Dalam Taman Bali*. UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi-LIPI. Volume 2, no. 4 : h. 29 –35.
- Jamhari., 2009. *Reduksi Logam Berat Hg, Ag, dan Cr Limbah Laboratorium Menggunakan Metode Presipitasi dan Adsorpsi*, Skripsi, Jurusan Industri Pertanian, Fakultas Tekonologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kelly, EB. 1997. *Groundwater Pollution Primer : Phytoremediation*. Civil Engineering Dept, Virginia Tech.
- Kurnia, Rininta. 2014. *Pengaruh Jumlah Koloni Rumput Teki (Cyperus Rotondus L.) pada Media Pasir terhadap Penurunan Konsentrasi BOD dan COD (Studi Kasus TPA Jatibarang-Semarang)*. Semarang : Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas

- Teknik, Universitas
Diponegoro.
- Lutfiana S.I., Boedi H., and
Prijadi S. 2014.
Kemampuan Enceng
Gondok (*Eichornia sp.*),
Kangkung Air (*Ipomoea sp.*),
dan Kayu Apu (*Pistia sp.*)
Dalam Menurunkan Bahan
Organik Limbah Industri
Tahu (Skala Laboratorium).
*Diponegoro Journal Of
Maquares*. Semarang. Vol
3. Hal: 1-6
- Mahyatun, Wa Ode; Samang,L;
Zubair,Achmad,2014.
*Fitoremediasi Logam Cd
Menggunakan Kombinasi
Enceng Gondok Dan Kayu
Apu Dengan Aliran
Kontinyu*. Jurusan Sipil
Fakultas Teknik Universitas
Hasanuddin.
- Meagher, R.B. 2000.
Phytoremediation of toxic
elemental organic pollutants.
Curr. Opin. Plant Biol. Vol 3
: 162
- Muhammad irvan nurliansyah,
2016. *Efektivitas Tanaman
Genjer dalam Menurunkan
BOD dan COD Limbah Cair
Tahu Hasil Proses Anaerob.*
Program Studi teknik
Lingkungan, Fakultas
Teknik, Universitas
Tanjungpura, Pontianak.
- Mulia, Ricky M.2005. *Kesehatan
Lingkungan*. Yogyakarta:
Graha Ilmu. Hal.51.
- Muliadi, Deasy liestianty, Yanny,
2013. *Akumulasi dan
Distribusi Logam Berat
Nikel, Cadmium dan
Chromium dalam tanaman
Ipoema reptana*. Universitas
Khairun Ternate.
- Palar, Heryanto,
2012.*Pencemaran dan
Toksikologi Logam Berat*.
Jakarta, Rineka Cipta, Edisi
4
- Pergub Jatim No. 72. 2013. Baku
Mutu Air Limbah Bagi
Industri dan/atau Kegiatan
Usaha Lainnya. Jawa Timur
- Rahan Rahadian, Endro
Sutrisno, dan Sri Sumiyati,
2017. *Efisiensi Penurunan
COD dan TSS dengan
Fitoremediasi menggunakan
Tanaman Kayu Apu*.
Fakultas Teknik
Lingkungan Universitas
Diponegoro.Semarang.
- Rido. W dan Rudy L. 2013.
*Penggunaan Tanaman Kayu
Apu (Pistia Stratiotes) Untuk
Pengolahan Air Limbah
Laundry Secara
Fitoremediasi*. Teknik
Lingkungan FTSP UPN
Jawa Timur.
- Sarwoko, M & Ganjar, S. 2009.
Ekotoksikologi Teknosfer.
Surabaya : Guna Widya.
Hal.39.
- Setiyono, A., & Gustaman, R.
2017. *Pengendalian
Kromium (Cr) yang terdapat
di limbah batik dengan
metode
fitoremediasi*. Universitas
Siliwangi.
- Siregar, S.A., 2005, *Instalasi
Pengolahan Air Limbah*,
Kanisius, Yogyakarta.
- Subekti, Sri. 2001. *Pengaruh
Dampak Limbah Cair
Rumah Sakit Terhadap
Kesehatan Serta*

- Lingkungan. Universitas Pandanaran. Semarang
- Subroto, M.A. 1996. *Fitoremediasi*. Dalam: Prosiding Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremediasi Dalam Pengelolaan Lingkungan, Cibinong, 24-25 Juni 1996.
- Sugiharto, 1987. *Dasar - Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta : Universitas Indonesia
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Supradata, 2005 *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias (CyperusalternifoliusL.) Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands)*. Desertasi Doktor. UNDIP. Semarang.
- Supranto, J. 2003. *Metode Riset Aplikasi Dalam Pemasaran*. Edisi Revisi Ketujuh. Yogyakarta: Rineka Cipta.
- Syahputra, Rudi. 2005. *Fitoremediasi Logam Cu dan Zn dengan Tanaman Enceng Gondok (Eichornia crassipes (Mart) Solms)*. LOGIKA, Vol.2, No.2.
- Ulfin, Ita.2001.*Penurunan kadar Cd dan Pb dalam larutan dengan Kayu Apu : Pengaruh pH dan Jumlah Kayu Apu*, Prosiding Senaki III, Kimia-FMIPA, ITS, Surabaya.
- Ulfin, Ita dan W.,Widya. 2005. *Study Penyerapan Kromium Dengan Kayu Apu (Pistia stratiotes l)*. *Akta Kimindo*, Vol.1 : 41-48.
- Wetherell, D.F. 1982. *Pengantar Propagasi Tanaman Secara In Vitro*. Semarang: IKIP Semarang Press