

**PERTUMBUHAN *Typha angustifolia* AKIBAT PENDEDAHAN LIMBAH CAIR
PABRIK KELAPA SAWIT SEBAGAI SUMBER BELAJAR
PENCEMARAN LINGKUNGAN BAGI SISWA SMA**

Suci Febriani¹, Zulfarina² dan Suwondo²

riany_ucee@yahoo.co.id/088271149684

**Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau – Pekanbaru**

ABSTRACT

This research aims were to determine the growth of *Typha angustifolia* due to the exposure palm oil wastewater and carried out from July to December 2012. This research used was Constructed Treatment Wetland (CTW) type Free Water Surface Treatment Wetlands (FWS). The device consist of 4 basin connected with horizontal pipe. Palm oil waste water given to basin with *Typha angustifolia* plant respectively from: (A) Palm oil wastewater pass basin 1, (B) Palm oil wastewater pass basin 2, (C) Palm oil wastewater pass basin 3, (D) Palm oil wastewater pass basin 4. Parameters to be measured are plant height, number of plants, concentration of N, P and K palm oil wastewater and wet weight and dry weight of plants. Data analyzed were description analysis. The results showed there were differences in mean plant height and number of plants in each basin. There is a decrease concentration of N and K palm oil wastewater, but an increase concentration of P after the exposure. Based on weight ratio of wet to dry weight of plant derived biomass was the highest in basin 4. The results used as an alternative source of learning to richness lesson in the topic of environmental pollution for Senior High School students.

Keywords: *Typha angustifolia*, growing plants, palm oil wastewater, learning resources

PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai potensi cukup besar untuk pengembangan industri kelapa sawit. Perkembangan industri kelapa sawit juga menimbulkan dampak negatif berupa limbah yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Limbah yang dihasilkan oleh Pabrik Kelapa Sawit (PKS) secara umum terbagi tiga yaitu: limbah padat, cair dan gas.

Limbah yang dihasilkan PKS termasuk kategori limbah berat dengan kuantitas yang tinggi dan kandungan kontaminan mencapai hingga 20.000-60.000 mg/L untuk BOD (*biochemical oxygen demand*) dan 40.000-120.000 mg/L untuk COD (*chemical oxygen demand*). Kadar air 95%, padatan terlarut/tersuspensi 4,5%, serta sisa minyak dan lemak emulsi 0,5 -1% (BAPEDAL, 2002)

Kandungan bahan organik dalam limbah cair PKS dapat mengalami degradasi (Departemen Pertanian, 2006). Berdasarkan karakteristik tersebut, maka sistem pengolahan limbah cair secara biologis dapat dijadikan pilihan. Salah satu alternatif pengolahan limbah dapat dilakukan dengan menggunakan tumbuhan air dalam Sistem Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetlands*).

Pengembangan teknologi yang bersumber dari alam dengan pemanfaatan media penyaring seperti lahan rawa dan vegetasi air dikenal sebagai suatu teknologi yang disebut fitoremediasi (Adriano dan Strojan *dalam* Syafrani, 2007). Kemampuan tumbuhan air untuk

¹ Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau

² Dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau

menyerap bahan pencemar organik, dan anorganik menjadi perhatian para pakar lingkungan untuk bisa dimanfaatkan sebagai suatu teknologi pengolah limbah cair dengan menggunakan sistem lahan basah buatan (Klumpp *et al dalam* Syafrani, 2007).

Penelitian Hidayah dan Wahyu (2010) menunjukkan bahwa penggunaan tanaman *Cattail (Typha angustifolia)* dalam sistem lahan basah buatan pengolahan air limbah domestik dapat menyisihkan kandungan pencemar dalam air limbah.

Pencapaian standar kompetensi dapat diupayakan dengan melakukan inovasi pembelajaran memanfaatkan berbagai sumber belajar yang relevan. Sumber belajar yang dimaksud merupakan segala sesuatu yang dapat memberikan kemudahan kepada peserta didik dalam memperoleh sejumlah informasi, pengetahuan, pengalaman dan keterampilan dalam proses belajar mengajar.

Pencemaran lingkungan merupakan salah satu konsep pembelajaran biologi yang diajarkan pada tingkat SMA. Kajian tentang pertumbuhan *Typha angustifolia* akibat pendedahan limbah cair kelapa sawit diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber belajar dalam pelaksanaan pembelajaran biologi. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian tentang pertumbuhan *Typha angustifolia* akibat pendedahan limbah cair pabrik kelapa sawit sebagai sumber belajar pencemaran lingkungan bagi siswa SMA.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Alam dan Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau, serta Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau mulai bulan Juli sampai Desember 2012. Penelitian menggunakan model *Constructed Treatment Wetland (CTW)* tipe *Free Water Surface Treatment Wetlands (FWS)*. Perangkat penelitian terdiri dari 4 bak yang dihubungkan dengan pipa dan disusun seri. Selanjutnya limbah cair PKS dialirkan pada setiap bak yang berisi tanaman *Typha angustifolia*, dengan urutan sebagai berikut: (A) Limbah cair PKS melewati bak 1, (B) B: Limbah cair PKS melewati bak 2, (C) Limbah cair PKS melewati bak 3, (D) Limbah cair PKS melewati bak 4. Penelitian dilaksanakan dengan mengambil sumber limbah cair dari IPAL PKS. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah anakan, kadar N, P dan K limbah cair PKS, serta berat basah dan berat kering tanaman. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel atau grafik, kemudian dianalisis secara deskriptif untuk dijadikan sumber belajar pencemaran lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Perbandingan tinggi tanaman *Typha angustifolia* sebelum dan sesudah pendedahan limbah cair PKS dapat dilihat pada Gambar 1.



(a)



(b)

Gambar 1. Tinggi Tanaman *Typha angustifolia* Sebelum Pendedahan Limbah Cair PKS (a)
Tinggi Tanaman *Typha angustifolia* Pada Minggu ke 12 Sesudah Pendedahan
Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (b)

Hasil pengukuran terhadap tinggi tanaman *Typha angustifolia* dapat dilihat reratanya pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Tinggi Tanaman Dari Minggu ke 2 Hingga 12 Setelah Pendedahan Limbah Cair PKS

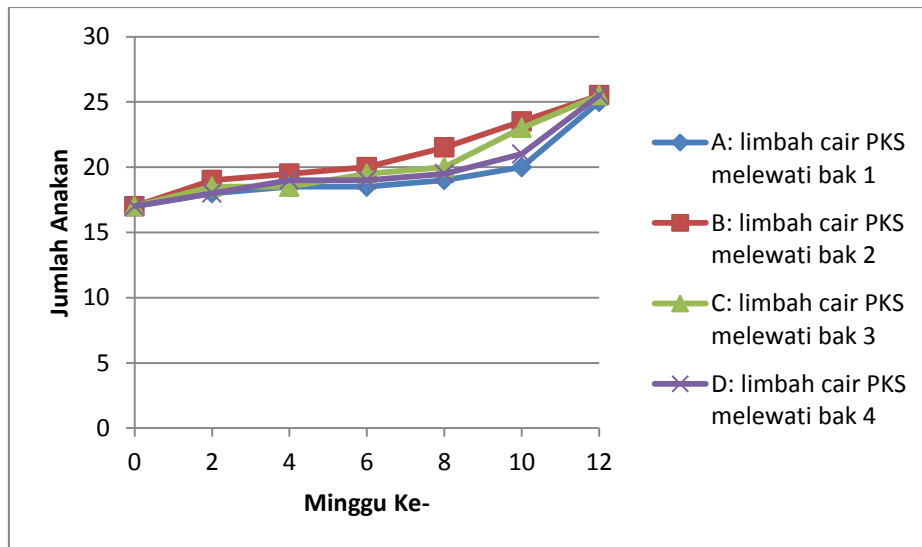
Bak	Rerata Tinggi Tanaman (cm)						
	Minggu ke						
	0	2	4	6	8	10	12
1	69,70	86,40	95,45	100,20	103,80	105,10	113,60
2	61,55	77,35	81,70	87,00	90,20	91,90	95,10
3	65,75	79,90	82,30	84,35	86,60	87,00	87,65
4	62,50	81,00	89,10	92,35	95,30	96,20	97,20

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 1, terlihat adanya peningkatan rerata tinggi tanaman *Typha angustifolia* setelah pendedahan limbah cair PKS. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman *Typha angustifolia* dapat beradaptasi terhadap pendedahan limbah cair PKS. Pertambahan tinggi tanaman yang cukup signifikan terjadi pada minggu ke 2 setelah pendedahan limbah cair PKS, serta berkurang pada minggu selanjutnya. Pertambahan tertinggi terdapat pada bak 4.

Typha angustifolia merupakan tanaman yang mempunyai tingkat toleransi tinggi terhadap bahan pencemar limbah. Hal ini sesuai dengan karakteristik tanaman yang memiliki daerah perakaran yang lebat serta berperan dalam proses perombakan bahan pencemar organik limbah. Menurut Sumarsih (2008) tanaman dapat merombak polutan organik melalui mekanisme fitoremediasi. Mekanisme yang berlangsung yaitu *rhizofiltration* berupa penyerapan bahan pencemar limbah cair PKS oleh akar tanaman *Typha angustifolia*. Selain itu *Typha angustifolia* mempunyai kemampuan mengakumulasi bahan pencemar limbah cair PKS dengan mekanisme *phytoextraction*. Selanjutnya Supradata (2005) menyatakan bahwa bahan organik yang terdapat didalam limbah akan dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa lebih sederhana dan akan dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrient. Dengan demikian pertumbuhan tanaman *Typha angustifolia* dipengaruhi oleh kemampuan tanaman itu sendiri dalam menyerap polutan serta aktifitas mikroorganisme yang berlangsung di daerah perakaran dalam menurunkan kadar bahan pencemar limbah.

Jumlah Anakan

Perkembangan rerata jumlah anakan *Typha angustifolia* 2 minggu setelah pendedahan limbah cair PKS menunjukkan adanya peningkatan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rerata Jumlah Anakan Sebelum Pendedahan Hingga Minggu Ke 12 Sesudah Pendedahan Limbah Cair PKS

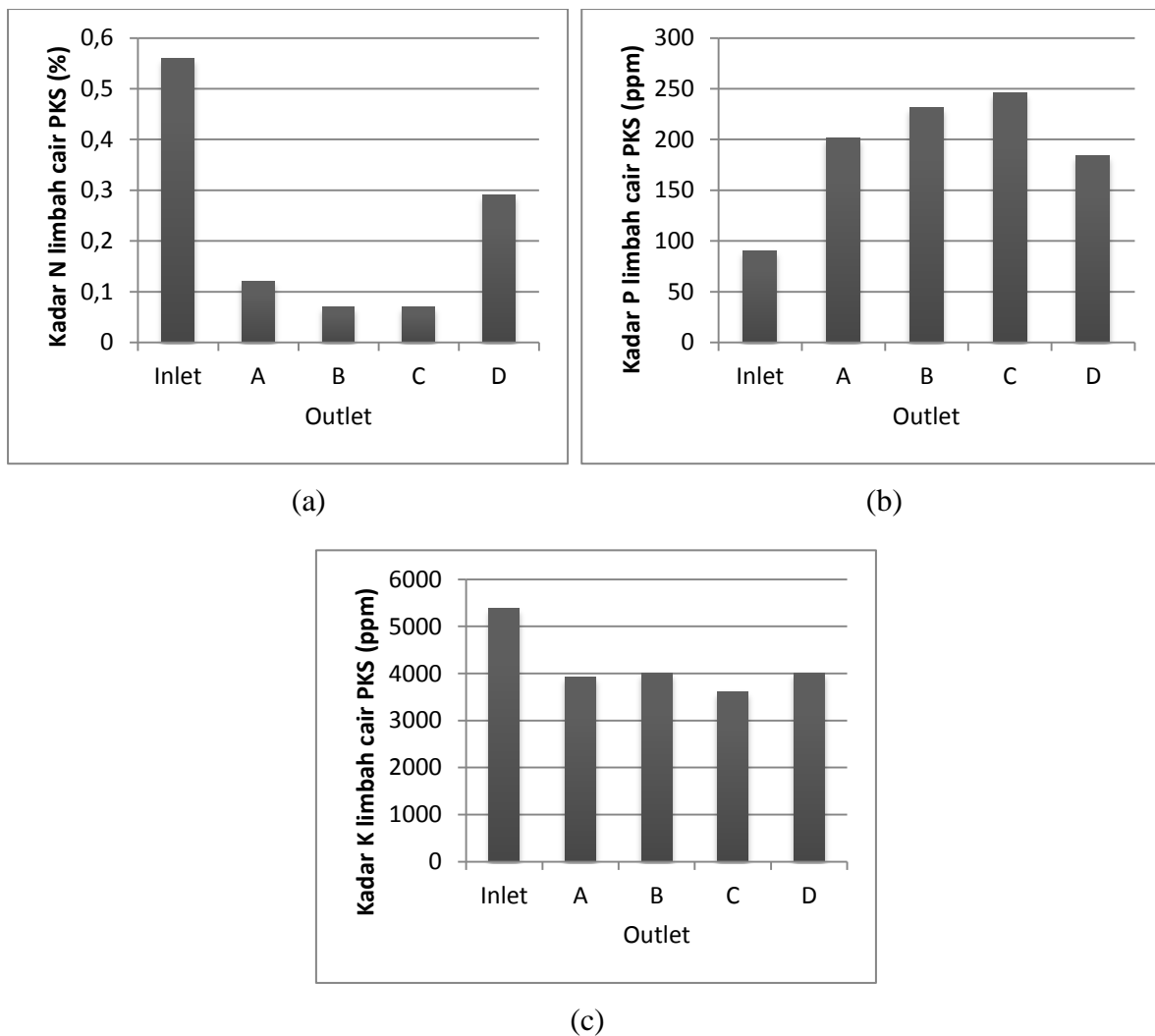
Rerata jumlah anakan secara konsisten terus mengalami peningkatan mulai minggu ke 2 sampai dengan minggu ke 12 setelah pendedahan limbah cair PKS. Jumlah tanaman *Typha angustifolia* yang ditanam diawal yaitu 17 individu tanaman pada masing-masing bak, namun setelah pendedahan limbah jumlah tanaman mengalami peningkatan. Pada minggu ke 12 sesudah pendedahan limbah cair PKS rerata jumlah anakan pada masing-masing bak yaitu 25 individu/bak pada bak 1, 25,5 individu/bak pada bak 2, 25,5 individu/bak pada bak 3 dan 25,5 individu/bak pada bak 4.

Tanaman *Typha angustifolia* mampu beradaptasi pada kondisi dengan kadar kontaminan yang tinggi karena mempunyai daya tahan yang cukup kuat. Hal ini ditunjang oleh sistem perakaran yang lebat serta berperan dalam penyerapan bahan pencemar limbah (Hidayah dan Wahyu, 2010). Selain itu tingkat toleransi yang tinggi terhadap bahan pencemar juga membantu tanaman untuk dapat *survive* sehingga jumlah anakan terus mengalami peningkatan walaupun berada pada kondisi lingkungan yang ekstrim.

Salah satu kandungan limbah cair PKS adalah Fosfor (P) Menurut Sutedjo (2010) sebagai bagian dari inti sel fosfor sangat penting dalam pembelahan sel, demikian juga bagi perkembangan jaringan meristem. *Typha angustifolia* merupakan tanaman yang perkembangbiakan vegetatifnya menggunakan rizoma yang tersusun oleh jaringan meristem. Tunas yang muncul akan berkembang membentuk individu baru. Dengan demikian adanya kandungan fosfor dalam limbah cair PKS ikut mempengaruhi pertambahan jumlah anakan *Typha angustifolia*.

Kadar N, P dan K Limbah Cair PKS

Hasil pengukuran terhadap kadar N, P dan K limbah cair PKS dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kadar N, P dan K Limbah Cair PKS Sebelum dan minggu ke 12 Sesudah Pendedahan limbah cair PKS: Kadar N Limbah (a), Kadar P Limbah (b), Kadar K Limbah (c)

Berdasarkan hasil perbandingan kadar N limbah sebelum dan sesudah pendedahan limbah cair PKS, secara umum terlihat adanya penurunan. Hal ini disebabkan karena tanaman memerlukan unsur tersebut untuk pertumbuhannya. Menurut penilaian FAO dalam Kumar dan Sheel (2012) menyatakan bahwa tanaman air menggunakan nutrisi anorganik N dalam jumlah besar untuk pertumbuhannya.

Berdasarkan Gambar 3 kadar P limbah cair PKS cenderung mengalami peningkatan dibandingkan sebelum pendedahan limbah cair PKS. Walaupun P tergolong kedalam unsur yang esensial untuk menunjang proses pertumbuhan tanaman, namun ketersediaannya bisa dipengaruhi oleh berbagai faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi ketersediaan P adalah melalui proses mineralisasi yang dibantu oleh mikroorganisme yang terdapat di sekitar perakaran *Typha angustifolia*. Limbah cair PKS merupakan limbah yang kaya akan kandungan organik. Mineralisasi bahan pencemar organik dalam limbah cair PKS oleh mikroorganisme berpengaruh terhadap ketersediaan P. Dengan demikian kadar P limbah cair PKS setelah pendedahan mengalami peningkatan dibandingkan dengan sebelum pendedahan terhadap tanaman *Typha angustifolia* walaupun unsur tersebut tetap dimanfaatkan oleh tanaman.

Fosfor sangat penting dalam merangsang pertumbuhan akar tanaman serta mempercepat pembungaan. Kandungan P dalam limbah cair PKS yang meningkat belum dimanfaatkan secara maksimal oleh tanaman karena sebagian besar tanaman belum menunjukkan tanda perkembangan generatif yang ditandai dengan munculnya bunga.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat terjadi penurunan kadar K setelah pendedahan limbah cair PKS. Hal ini disebabkan karena unsur tersebut dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk menunjang berbagai proses penting yang berhubungan dengan pertumbuhannya. Menurut Lakitan (2007) kalium tidak disintesis menjadi senyawa organik oleh tumbuhan, sehingga unsur ini tetap sebagai ion di dalam tumbuhan. Meskipun demikian, K terlibat dalam banyak proses biokimia dan fisiologi yang sangat vital bagi pertumbuhan dan hasil tanaman, serta ketahanan terhadap cekaman (Marschner; Cakmak dalam Munawar, 2011). Kalium berperan sebagai aktivator dari berbagai enzim yang esensial dalam reaksi-reaksi fotosintesis dan respirasi, serta untuk enzim yang terlibat dalam sintesis protein dan pati. Kalium juga merupakan ion yang berperan dalam mengatur tekanan turgor sel.

Berat Basah dan Berat Kering Tanaman

Hasil pengukuran terhadap berat basah dan berat kering tanaman *Typha angustifolia* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Total Berat Basah dan Berat Kering Tanaman *Typha angustifolia*

Bak	Berat (gr)						Biomassa
	Berat Basah			Berat Kering			
	Akar	Batang dan Daun	Total	Akar	Batang dan Daun	Total	
1	1.900,0	1.300,0	3.200,0	636,5	121,2	757,7	2.442,3
2	1.250,0	1.350,0	2.600,0	337,0	119,5	456,5	2.143,5
3	850,0	1.300,0	2.150,0	155,4	153,9	309,3	1.840,7
4	4.350,0	1.200,0	5.550,0	1.886,7	248,3	2.135,0	3.415,0

Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 5, terdapat perbedaan berat basah tanaman pada masing-masing bak. Total berat basah tertinggi terdapat pada bak 4 yaitu 5.550 gr, sedangkan total berat basah terendah pada bak 3 yaitu 2.150 gr. Jika diperhatikan lebih lanjut, berat akar menunjukkan perbedaan yang lebih signifikan jika dibandingkan dengan berat batang dan daun untuk keseluruhan berat total tanaman.

Perbedaan berat basah bagian akar tanaman pada Tabel 2 sesuai dengan penurunan kadar P limbah cair PKS pada Gambar 3. Jika diperhatikan lebih lanjut kadar P limbah cair PKS bak 1 sampai 3 meningkat, tetapi kadar P terendah terdapat pada bak 4. Tanaman membutuhkan unsur P untuk menunjang perkembangan akar, dengan demikian penyerapan unsur P oleh tanaman berbanding lurus dengan berat akar yang dihasilkan, serta berbanding terbalik dengan kadar P limbah cair PKS pada masing-masing perlakuan.

Berat kering diperoleh dengan cara pengeringan pada suhu 80°C selama 2 hari. Pengeringan bertujuan untuk menghilangkan semua kandungan air dan menghentikan aktivitas metabolisme tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995). Berdasarkan Tabel 2 total berat kering tertinggi terdapat pada bak 4 yaitu 2.135 gr, sedangkan total berat kering terendah pada bak 3 yaitu 309,3 gr.

Pemanfaatan Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar

Berdasarkan analisis kurikulum hasil penelitian tentang pertumbuhan *Typha angustifolia* akibat pendedahan limbah cair pabrik kelapa sawit dijadikan sebagai salah satu alternatif sumber belajar siswa kelas X pada Standar Kompetensi: Menganalisis hubungan antara komponen ekosistem, perubahan materi, dan energi serta peranan manusia dalam keseimbangan ekosistem, Kompetensi Dasar: Menjelaskan keterkaitan antara kegiatan

manusia dengan masalah kerusakan/pencemaran lingkungan dan pelestarian lingkungan. Indikator yang akan dicapai yaitu mengidentifikasi pengaruh bahan pencemar terhadap organisme tertentu. Dari data hasil penelitian dirancang perangkat pembelajaran berupa silabus, RPP, dan LKS untuk menunjang proses pembelajaran pada konsep pencemaran lingkungan. Data tentang pertumbuhan *Typha angustifolia* serta perubahan kadar bahan pencemar dalam limbah cair PKS dimanfaatkan sebagai media pembelajaran yang diimplementasikan dalam LKS untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang pengaruh bahan pencemar terhadap organisme.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pertumbuhan *Typha angustifolia* akibat pendedahan limbah cair kelapa sawit dapat disimpulkan:

1. Terdapat perbedaan tinggi tanaman dan jumlah anakan pada masing-masing bak. Pendedahan limbah cair PKS berpengaruh terhadap pertumbuhan *Typha angustifolia*. Terdapat peningkatan tinggi tanaman dan jumlah anakan pada masing-masing bak. Pertambahan tinggi tanaman yang cukup signifikan terjadi pada minggu ke 2 setelah pendedahan limbah cair PKS, dengan pertambahan tertinggi pada bak 4. Sedangkan rerata jumlah anakan setelah pendedahan limbah cair PKS yaitu 25 individu/bak pada bak 1, selanjutnya 25,5 individu/bak pada bak 2, 3 dan 4. Terjadi penurunan kadar N dan K, serta peningkatan kadar P limbah cair PKS jika dibandingkan antara pengukuran kadar sebelum dan sesudah pendedahan limbah pada tanaman *Typha angustifolia*. Total berat basah dan berat kering tanaman cenderung lebih dipengaruhi oleh berat bagian akar dibandingkan bagian batang dan daun tanaman.
2. Data hasil penelitian dimanfaatkan sebagai sumber belajar dalam bentuk LTS untuk pengayaan materi pada topik pencemaran lingkungan.

Saran

Disarankan untuk meneliti lebih lanjut tentang pengaruh luas serta bobot daerah perakaran terhadap kemampuan daya serap tumbuhan *Typha angustifolia* terhadap bahan pencemar limbah cair PKS.

DAFTAR PUSTAKA

- BAPEDAL. 2002. Teknologi Pengendalian Dampak Lingkungan Industri Minyak Kelapa Sawit Di Indonesia. PDF Diakses tanggal 15 Mei 2012
- Departemen Pertanian. 2006. *Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit*. Jakarta
- Hidayah, E. N dan W. Aditia. 2010. Potensi Dan Pengaruh Tanaman Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem *Constructed Wetland*. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* Vol.2 No. 2: 11-18
- Kumar, J. And Sheel, R. 2012. Suitability and Utility Value of *Typha angustifolia* Linn. For Cultivation In north Bihar Countryside Wetlands. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Science*. Vol 2(2) pp 234-238
- Lakitan, B. 2007. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Munawar, A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. IPB Press. Bogor
- Sitompul, S.M. dan Guritno, B. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Sumarsih. 2008. *Fitoremediasi*. <http://sumarsih07.files.wordpress.com/2008/09/xi-fitoremediasi.pdf> Diakses pada 1 maret 2012
- Supradata. 2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius, L. Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands)*. Thesis Magister. Universitas Diponegoro

- Sutedjo, M. M. 2010. *Pupuk dan Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta
- Syafrani. 2007. *Kajian Pemanfaatan Media Penyaring dan Tumbuhan Air Setempat Untuk Pengendalian Limbah Cair Pada Sub-DAS Tapung Kiri, Propinsi Riau*. Thesis Magister. Institut Pertanian Bogor