

EFISIENSI ECENG GONDOK DALAM PENYISIHAN BAHAN ORGANIK PADA LINDI TPA GUNUNG TUGEL PURWOKERTO

WATER HYACINTH EFFICIENCY IN ORGANIC MATTER REMOVAL OF LEACHATE OF GUNUNG TUGEL FINAL DISPOSAL SITE, PURWOKERTO

Slamet Santoso*, Sri Lestari, dan Sulastri Anggorowati
Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman
*e-mail :antounsoed@gmail.com

Abstract

Leachate of solid waste disposal site contains organic material in high concentrations. The organic matter in the leachate can be reduced by phytoremediation using water hyacinth (*Echhornia crassipes*). The aim of this research was to determine the effect of coverage area, residence time, and their interactions in reducing the organic matter concentrations in the leachate. The method was a designed experiment, which was based on Completely Randomized Design (CRD) with Factorial Design. The first factor was the percentage of water hyacinth coverage area of 0; 25; 50; 75 and 100%, and the second factor was the length of residence time of 4, 5 and 6 days. Results of this research showed that the coverage area of 75% could remove the BOD and TSS levels up to 53.812 and 62.84% respectively. The coverage area of 100% showed COD removal efficiency of 29.215%, which was the highest when compared to the other variations. The residence time of 6 days was able to reduce the BOD, COD and TSS levels in the highest efficiencies of 49.44; 29.94 and 47.84%. respectively. The combined coverage area of 75% and residence time of 6 days showed the highest BOD and TSS removal efficiencies of 59.19 and 65.14% respectively. Whereas the combined coverage area of 100% and residence time of 5 day system was able to reduce the COD level up to 30.66%.

Keywords: phytoremediation, *Echhornia crassipes*, leachate, BOD, COD, TSS

1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan permasalahan lingkungan cukup serius yang masih dihadapi Indonesia. Rata-rata satu orang per hari dapat menghasilkan sampah 1–2 kg. Laju timbunan ini akan terus meningkat sejalan dengan meningkatnya kesejahteraan dan gaya hidup masyarakat. Penanganan sampah yang masih dilakukan secara konvensional belum dapat mengendalikan sampah yang ada. Kementerian Negara Lingkungan Hidup RI (1997) menyatakan bahwa pada umumnya Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Indonesia masih berupa *open dump*, dimana tidak ada pengolahan lebih lanjut terhadap sampah-sampah tersebut. Kabupaten Banyumas memiliki empat buah TPA, salah satunya adalah TPA Gunung Tugel yang berlokasi di Desa Kedungrandu, Kecamatan

Patikraja. Sumber sampah terbesar di TPA Gunung Tugel adalah permukiman (rumah tangga), pasar, pertokoan dan industri. TPA Gunung Tugel menerima sampah 260 m³/hari dengan komposisi tertinggi berupa bahan organik, yaitu 61,91% (Cahyono, Triyantoro, dan Budiono, 1999).

Berdasarkan observasi pendahuluan yang telah dilakukan, sebanyak 40% sampah di TPA Gunung Tugel diolah menjadi kompos. Sisanya dibiarkan tertimbun. Bahan organik pada sampah teronggok akan mengalami dekomposisi menghasilkan lindi. Lindi adalah cairan yang mengandung zat terlarut dan tersuspensi yang sangat halus sebagai hasil penguraian oleh mikroba (Soemirat, 1999). Menurut Fachrudin (1989) lindi dicirikan oleh bahan organik berkadar tinggi serta mengandung logam berat.

Sistem pengelolaan lindi di TPA Gunung Tugel kurang optimal. Debit lindi yang tertampung dalam bak-bak pengolahan adalah 0,8988 m³/hari (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas, 2006) sedangkan sebagian besar merembes ke tanah. Menurut Keman (2003) lindi yang dibiarkan tanpa diolah akan mencemari air tanah di sekitarnya. Jenis tanah di TPA Gunung Tugel adalah ultisol sehingga memungkinkan lindi dapat merembes dan mencemari air tanah penduduk di sekitarnya. Cemaran bahan organik pada lindi diukur berdasarkan parameter kunci, yaitu BOD, COD, dan TSS. Nilai BOD dalam lindi pada penelitian Derco, Gulyasova, dan Horoak (2002) sebesar 80 mg/L. Baku mutu BOD di dalam lindi menurut Tchobanoglous, Theinsen, dan Vigil (1993) pada TPA yang lebih dari 10 tahun, yaitu antara 100-200 mg/L.

Sebagai upaya mengatasi pencemaran tersebut maka perlu dilakukan pengolahan terhadap lindi yang dihasilkan oleh TPA Gunung Tugel. Bahan organik di dalam limbah dapat dikurangi menggunakan eceng gondok melalui proses fitoremediasi baik pada skala laboratorium maupun lapangan. Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan dan menstabilkan bahan pencemar baik senyawa organik maupun anorganik. Menurut Priyanto dan Prayitno (2000), eceng gondok dapat menghilangkan hara dan logam berat dalam jumlah yang cukup signifikan. Kecepatan penyerapan bahan organik pada air limbah oleh eceng gondok dipengaruhi komposisi, kadar zat yang terkandung dalam limbah, kepadatan (luas penutupan), dan waktu tinggal dalam air limbah.

Menurut Murgito dan Moenandir (2004), eceng gondok mempunyai akar serabut dengan primordia tepat di belakang ujung akar induk serta floem dan xilem kecil sehingga mampu menyerap senyawa-senyawa polutan. Suardana (2003) menyatakan bahwa akar eceng gondok mempunyai suatu senyawa

peptida berupa fitokelatin yang mempunyai kemampuan untuk mengikat unsur logam dan membawanya ke dalam sel akar melalui peristiwa transport aktif. Penelitian yang dilakukan Anif (1999) tentang pengolahan limbah cair tahu, menunjukkan bahwa penggunaan eceng gondok sangat efektif untuk meningkatkan kualitas limbah cair tahu. Kolam oksidasi dengan eceng gondok berhasil menurunkan kandungan amonia (21,8%), nitrat (98%), sulfat (69,1%), phosphat (76,3%), dan BOD (80,3%).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi tentang luas penutupan eceng gondok dan lama waktu tinggal yang mampu menurunkan kadar bahan organik pada lindi secara optimal. Penelitian ini juga bertujuan mendapatkan interaksi luas penutupan eceng gondok dan lama waktu tinggal yang mampu menurunkan kadar bahan organik pada lindi secara optimal.

2. METODA

Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium. Metoda penelitian yang digunakan adalah metoda eksperimental yang disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial. Perlakuan dilakukan dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama yang dicobakan, yaitu persentase luas penutupan eceng gondok dan faktor kedua adalah lama waktu tinggal.

Persentase luas penutupan eceng gondok (L) terdiri atas 5 taraf, yaitu L1 (0%), L2 (25%), L3 (50%), L4 (75%), dan L5 (100%). Lama waktu tinggal (T) terdiri dari 3 taraf, yaitu T1 (4 hari), T2 (5 hari), dan T3 (6 hari).

Variabel yang diamati adalah variabel bebas dan variabel tergantung. Variabel bebas terdiri atas luas penutupan eceng gondok dan lama waktu tinggal, sedangkan variabel tergantung, yaitu kadar BOD, COD, dan TSS pada media uji. Parameter utama yang diamati adalah

persentase penurunan BOD, COD dan TSS oleh eceng gondok. Parameter pendukung yang diamati adalah pH, intensitas cahaya, bobot basah tanaman, dan suhu media uji.

Percobaan fitoremediasi pada skala Laboratorium

Reaktor berupa ember plastik dengan volume 20 L, yang disediakan sebanyak 45 buah. Masing-masing reaktor diisi dengan 10 L lindi. Setiap ember ditambahkan eceng gondok dengan luas penutupan 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Perlakuan waktu tinggal adalah 4 hari, 5 hari dan 6 hari. Nilai BOD, COD dan TSS diukur sebelum dan sesudah perlakuan, menggunakan metoda yang berdasarkan pada SNI (Tabel 1). Menurut Yusnita (2007), efisiensi penurunan bahan organik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{Penurunan} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

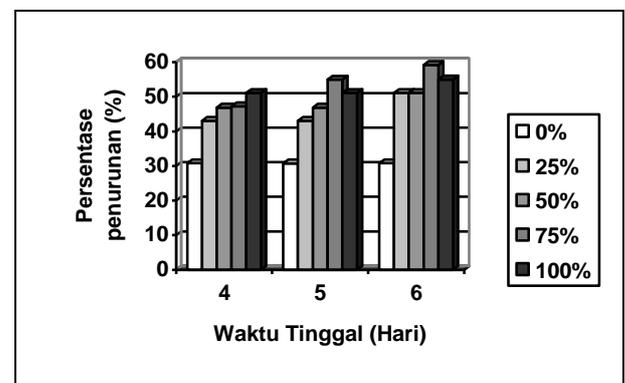
Tabel 1. Pengukuran Kadar BOD, COD dan TSS

No.	Parameter	Metoda Pengukuran
1.	BOD	SNI 2004; 06-6989.15-2004
2.	COD	SNI 2004; 06-6989.14-2004
3.	TSS	SNI 06-2413-1991

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi awal BOD, COD dan TSS pada awal perlakuan berturut-turut berkisar antara 500,2-500,4 mg/L, 786-790 mg/L dan 610-660 mg/L. Kadar BOD dipengaruhi oleh kecepatan aktivitas mikroba dalam mendekomposisi bahan organik, jumlah dan keadaan mikroba serta suplai oksigen terlarut baik dari udara atau hasil fotosintesis tumbuhan. Sedangkan kadar COD dan TSS akan meningkat sejalan dengan meningkatnya kandungan bahan organik dalam lindi. Penurunan kadar bahan organik terjadi karena lindi telah teroksidasi atau diserap oleh eceng gondok.

Berdasarkan data hasil pengukuran kadar BOD, COD, dan TSS pada lindi TPA Gunung Tugel dengan perlakuan luas penutupan eceng gondok dan lama waktu tinggal eceng gondok, maka diperoleh penurunan BOD tertinggi. Penurunan BOD tertinggi ini terdapat pada perlakuan luas penutupan 75% dan lama waktu tinggal 6 hari, yaitu sebesar 59,193% dari konsentrasi awal sebesar 500,2 mg/L menjadi 133,466 mg/L. Penurunan BOD terendah pada perlakuan luas penutupan 0% dan lama waktu 5 hari, yaitu sebesar 30,773% dari konsentrasi awal 500,4 mg/L menjadi 367,067 mg/L. Persentase penurunan kadar BOD dengan perlakuan luas penutupan eceng gondok dan waktu tinggal disajikan selengkapnya pada Gambar 1. Penurunan BOD terjadi karena semakin besar luas penutupan eceng gondok, kandungan bahan organik yang disisihkan oleh sistem eceng gondok cenderung semakin besar.

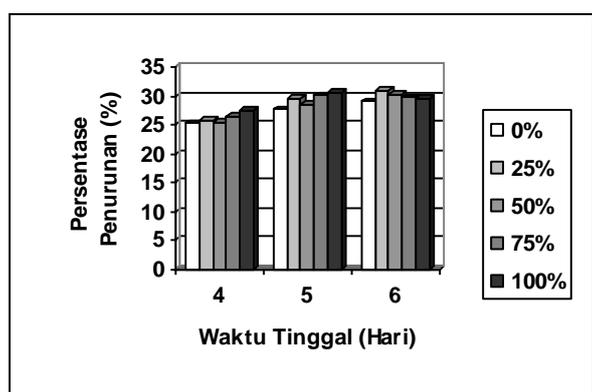


Gambar 1. Histogram Penurunan Kadar BOD Pada lindi dengan Perlakuan Luas Penutupan Eceng Gondok dan Lama Waktu Tinggal

Persentase penurunan BOD pada luas penutupan 25, 50, 75, dan 100% mengalami peningkatan pada waktu tinggal 4, 5 dan 6 hari. Peningkatan tersebut diduga karena semakin luas penutupan, bahan organik yang diserap untuk proses fotosintesis semakin banyak. Pada waktu tinggal 6 hari, akar dan batang eceng gondok membusuk dan menimbulkan endapan pada dasar reaktor. Endapan tersebut dimanfaatkan sebagai tempat untuk berkembangbiaknya mikroba baru yang

memiliki peranan penting dalam menurunkan kadar BOD.

Penurunan COD tertinggi terdapat pada perlakuan luas penutupan 25% dan waktu tinggal 6 hari, yaitu sebesar 31,105% dari konsentrasi awal sebesar 786 mg/L menjadi 586,667 mg/L. Penurunan terendah pada perlakuan luas penutupan 0% dan waktu tinggal 4 hari, yaitu sebesar 25,278% dari konsentrasi awal 786 mg/L menjadi 642,667 mg/L. Efisiensi penurunan kadar COD dengan perlakuan luas penutupan eceng gondok dan waktu tinggal disajikan selengkapnya pada Gambar 2.

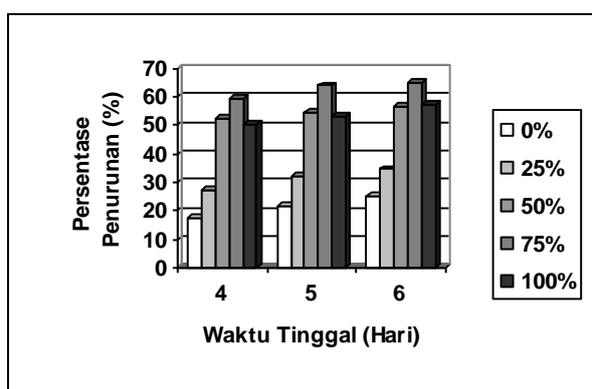


Gambar 2. Histogram Penurunan Kadar COD Pada Lindi dengan Perlakuan Luas Penutupan Eceng Gondok dan Lama Waktu Tinggal

Penurunan kadar COD pada luas penutupan 25, 50, dan 75% mengalami peningkatan pada waktu tinggal 4 hari, 5 hari, dan 6 hari. Peningkatan tersebut karena pada penutupan 25, 50, dan 75% kepadatan tanaman tidak mengganggu proses fotosintesis tanaman. Penurunan COD yang terjadi pada luas penutupan 100% meningkat pada waktu tinggal 4 dan 5 hari kemudian menurun pada waktu tinggal 6 hari. Penurunan tersebut diduga pada luas penutupan 100% terjadi persaingan antara tanaman dan mikroba yang hidup dalam lindi dalam menggunakan oksigen. Akibatnya kebutuhan oksigen meningkat serta pembusukan bagian akar dan batang eceng gondok akan meningkatkan

kebutuhan oksigen mikroba dalam mengurai komponen tumbuhan yang membusuk.

Penurunan kadar TSS tertinggi terdapat pada perlakuan luas penutupan 75% dan lama waktu tinggal 6 hari, yaitu sebesar 65,142% dari konsentrasi awal sebesar 660 mg/L menjadi 116,667 mg/L. Penurunan terendah diperoleh pada perlakuan luas penutupan 0% dan lama waktu 4 hari, yaitu sebesar 17,442% dari konsentrasi awal 660 mg/L menjadi 600 mg/L. Persentase penurunan kadar TSS dengan perlakuan luas penutupan eceng gondok dan waktu tinggal disajikan selengkapnya pada Gambar 3.



Gambar 3. Histogram Penurunan Kadar TSS pada Lindi dengan Perlakuan Luas Penutupan Eceng Gondok dan Lama Waktu Tinggal

Persentase penurunan TSS pada semua luas penutupan yang diujikan mengalami peningkatan pada lama waktu tinggal 4 hari hingga 6 hari. Peningkatan tersebut karena padatan tersuspensi yang terdapat pada lindi melekat pada akar dan batang eceng gondok sehingga kekeruhan pada media berkurang seiring dengan lamanya waktu tinggal eceng gondok pada lindi. Semakin luas penutupan eceng gondok, maka semakin luas tempat perlekatan padatan tersuspensi dari lindi.

Luas penutupan atau kepadatan tanaman air mempengaruhi penyerapan zat-zat yang terkandung dalam air limbah. Dengan demikian, jika dilakukan pengaturan luas

penutupan maka penyerapan yang dilakukan oleh tanaman air lebih efektif dan tidak mengganggu aktifitas bakteri dalam penguraian bahan organik. Luas penutupan tanaman air untuk pengolahan limbah sebaiknya tidak melebihi 75% (Syahputra, 2005). Apabila melebihi luas tersebut akan mengganggu proses degradasi oleh bakteri maupun mikroalga.

Menurut Hardyanti dan Rahayu (2007), proses penyerapan zat-zat yang terdapat dalam limbah ini dilakukan oleh ujung-ujung akar dengan jaringan meristem. Hal ini terjadi karena adanya gaya tarik-menarik oleh molekul-molekul air yang ada pada tumbuhan sehingga zat-zat yang telah diserap oleh akar akan masuk ke batang melalui pembuluh pengangkut (xilem), kemudian akan diteruskan ke akar.

Hasil analisis varian penurunan kadar BOD, COD, dan TSS dengan luas penutupan eceng gondok dan waktu tinggal yang berbeda disajikan pada Tabel 2.

Perlakuan luas penutupan serta interaksi antara luas penutupan dan lama waktu tinggal menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata dalam menurunkan kadar BOD pada lindi. Perlakuan waktu tinggal menunjukkan pengaruh yang tidak nyata dalam menurunkan kadar BOD pada lindi. Hal tersebut berarti persentase penurunan BOD pada lindi sangat dipengaruhi oleh luas penutupan eceng gondok serta interaksi antara luas penutupan dan waktu tinggal. Pengaruh perlakuan luas penutupan 75% (53,812%) dan perlakuan waktu tinggal 6 hari (49,441%) merupakan perlakuan yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya dalam menurunkan kadar BOD.

Tabel 2. Analisis Varians (Uji F) Perlakuan Luas Penutupan Eceng Gondok dan Lama Waktu Tinggal dalam Menurunkan Kadar BOD, COD dan TSS Pada Lindi

Parameter Bahan Organik	Sumber Ragam	Db	JK	KT	Fhit	Ftabel	
						0,05	0,01
BOD	Waktu Tinggal	2	252,111	126,056	1,9537 ^{ns}	5,14	10,92
	Galat a	6	387,127	64,521			
	Luas Penutupan	4	3050,577	762,644	8,4379 ^{**}	2,76	4,18
	T x L	8	3464,747	433,093	4,7917 ^{**}	2,34	3,32
	Galat b	24	2169,209	90,384			
	Total	44					
COD	Waktu Tinggal	2	125,812	62,906	19,5320 ^{**}	5,14	10,92
	Galat a	6	19,324	3,221			
	Luas Penutupan	4	20,014	5,003	1,7575 ^{ns}	2,76	4,18
	T x L	8	160,772	20,096	7,0589 ^{**}	2,34	3,32
	Galat b	24	68,327	2,847			
	Total	44					
TSS	Waktu Tinggal	2	309,333	154,667	43,7797 ^{**}	5,14	10,92
	Galat a	6	21,197	3,533			
	Luas Penutupan	4	10968,387	2742,097	349,7520 ^{**}	2,76	4,18
	T x L	8	11296,916	1412,114	180,1140 ^{**}	2,34	3,32
	Galat b	24	188,163	7,840			
	Total	44					

Keterangan: ns = non signifikan
** = berbeda sangat nyata

Berdasarkan hasil analisis varians pada Tabel 2, perlakuan lama waktu tinggal dan interaksi antara luas penutupan dan lama waktu tinggal menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata dalam

menurunkan kadar COD pada lindi. Namun perlakuan luas penutupan, menunjukkan pengaruh yang tidak nyata. Hal tersebut berarti persentase penurunan COD pada lindi sangat dipengaruhi oleh

lama waktu tinggal eceng gondok serta interaksi antara luas penutupan dan waktu tinggal. Pengaruh perlakuan luas penutupan 100% (29,215%) dan perlakuan waktu tinggal 6 hari (29,939%) merupakan perlakuan terbaik dalam menurunkan kadar COD pada lindi

Berdasarkan hasil analisis varians pada Tabel 2, perlakuan luas penutupan dan lama waktu tinggal, serta interaksi antara luas penutupan dan lama waktu tinggal menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata dalam menurunkan kadar TSS pada lindi. Hal tersebut berarti persentase penurunan TSS pada lindi sangat dipengaruhi oleh luas penutupan, lama waktu tinggal serta interaksi keduanya. Luas penutupan 75% (62,843%) dan perlakuan waktu tinggal 6 hari (47,835%) merupakan perlakuan yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya dalam menurunkan kadar TSS.

Apabila luas persentase penutupan eceng gondok semakin besar maka akan semakin banyak bahan organik yang terserap, sehingga bahan organik yang didegradasi oleh mikroba semakin sedikit. Hal tersebut menunjukkan bahwa oksigen di dalam lindi semakin meningkat dan menyebabkan oksigen terlarut (DO) semakin tinggi. Kadar DO berasal dari hasil fotosintesis eceng gondok. Nilai DO berbanding terbalik dengan BOD dan COD, sehingga apabila DO meningkat, maka nilai BOD dan COD akan menurun. Kelarutan oksigen dalam air tergantung pada suhu yang ada, baik di udara maupun di dalam air. Semakin rendah suhu maka daya larut O_2 dalam air akan semakin tinggi. Suhu optimum untuk pertumbuhan eceng gondok adalah 25-30°C, sedangkan hasil pengukuran suhu dalam penelitian berkisar antara 25,2 - 26,2°C. Hal tersebut menunjukkan, bahwa selama penelitian suhu media stabil dan merupakan suhu optimum bagi pertumbuhan eceng gondok

yang akan meningkatkan efisiensi penurunan BOD dan COD. Oksigen terlarut dapat dihasilkan dari proses fotosintesis. Salah satu faktor yang mempengaruhi fotosintesis adalah cahaya matahari. Intensitas cahaya matahari dalam penelitian ini berkisar antara 2523,3 - 6456,7 lux.

Bahan organik yang terlalu tinggi pada lindi dapat menyebabkan pembusukan pada eceng gondok. Pembusukan terjadi pertama kali pada bagian akar eceng gondok. Akar merupakan bagian tumbuhan yang pertama kali berinteraksi secara langsung dengan lindi. Akar akan rusak terlebih dahulu dibandingkan bagian lain dari tumbuhan. Kerontokan akar akan menyebabkan proses penyerapan hara dan seluruh kegiatan fotosintesis terganggu. Kondisi ini menghambat pertumbuhan eceng gondok. Pertumbuhan eceng gondok dapat diamati dengan mengukur bobot basah pada awal dan akhir penelitian. Bobot basah eceng gondok dalam penelitian ini mengalami penurunan. Hal tersebut terjadi karena sebagian besar eceng gondok mengalami kematian pada semua perlakuan.

Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) perlakuan luas penutupan, lama waktu tinggal dan interaksi antara luas penutupan dan lama waktu tinggal terhadap persentase penurunan kadar BOD, COD dan TSS dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil uji BNJ interaksi luas penutupan dan waktu tinggal terhadap persentase penurunan kadar BOD oleh eceng gondok pada lindi TPA Gunung Tugel pada semua perlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata (Tabel 3). Interaksi luas penutupan 75% dan waktu tinggal 6 hari (59,193%) merupakan yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lain karena bahan organik pada luas penutupan 75% dapat diserap optimal oleh eceng gondok untuk berfotosintesis.

Tabel 3. Uji BNJ interaksi antara luas penutupan dan lama waktu tinggal terhadap persentase penurunan kadar BOD, COD dan TSS pada lindi

Perlakuan	Rerata Persentase Penurunan		
	BOD	COD	TSS
0% ; 4 hari	30,780 a	25,278 a	17,442 a
0% ; 5 hari	30,773 a	27,682 a	21,996 a
0% ; 6 hari	30,780 a	29,108 a	25,239 a
25% ; 4 hari	43,006 a	25,772 a	27,556 b
25% ; 5 hari	43,055 a	29,490 a	32,070 b
25% ; 6 hari	51,130 a	31,105 b	34,614 b
50% ; 4 hari	46,910 a	25,420 a	52,314 c
50% ; 5 hari	46,898 a	28,448 a	54,437 c
50% ; 6 hari	51,130 a	30,214 b	56,614 c d
75% ; 4 hari	47,285 a	26,612 a	59,355 d
75% ; 5 hari	54,957 a	30,144 a	64,003 d
75% ; 6 hari	59,193 a	29,747 a	65,142 d
100% ; 4 hari	51,130 a	27,468 a	50,535 c
100% ; 5 hari	51,114 a	30,658 b	53,233 c
100% ; 6 hari	54,974 a	29,519 a	57,566 c d

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda berdasarkan BNJ pada tingkat kepercayaan 95%

Pada luas penutupan 100% terjadi perebutan bahan organik karena kepadatan eceng gondok yang tinggi. Persentase penurunan COD oleh eceng gondok pada lindi TPA Gunung Tugel pada perlakuan luas penutupan 50% dengan waktu tinggal 6 hari, luas penutupan 100% dengan waktu tinggal 5 hari dan luas penutupan 25% dengan waktu tinggal 6 hari berbeda nyata terhadap perlakuan yang lain. Interaksi luas penutupan 25% dan waktu tinggal 6 hari (31,105%) merupakan yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lain karena pada penutupan 25% dan waktu kontak 6 hari eceng gondok masih bisa melakukan fotosintesis yang menyumbang oksigen pada media. Pada penutupan 50, 75 dan 100% tanaman mengalami pembusukan karena terlalu rapatnya penutupan. Proses pembusukan daun eceng gondok membutuhkan oksigen untuk mikroba dalam mengurai seresah selain itu bahan organik menjadi meningkat.

Persentase penurunan TSS oleh eceng gondok pada lindi TPA Gunung Tugel

pada perlakuan luas penutupan 0% dengan waktu tinggal 4, 5 dan 6 hari berbeda nyata terhadap perlakuan luas penutupan 25, 50, dan 100%. Interaksi luas penutupan 75% dan waktu tinggal 6 hari (65,142%) merupakan perlakuan terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

4. KESIMPULAN

Luas penutupan eceng gondok 75% optimal dalam menurunkan kadar BOD dan TSS, yaitu sebesar 53,812 dan 62,843%. Luas penutupan 100% optimal menurunkan COD sebesar 29,215%. Waktu tinggal 6 hari mampu menurunkan BOD, COD dan TSS dengan efisiensi tertinggi, yaitu berturut-turut sebesar 49,441, 29,939, dan 47,835%. Kombinasi luas penutupan 75% dengan lama waktu tinggal 6 hari memberikan penyisihan BOD dan TSS optimum, masing-masing sebesar 59,193 dan 65,142%. Kombinasi luas penutupan 100% dengan waktu tinggal 5 hari merupakan perlakuan yang optimum dalam menurunkan kadar COD, yaitu sebesar 30,658%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pada Proyek *Indonesia – Managing Higher Education for Relevance and Efficiency* (I-MHERE) Universitas Jenderal Soedirman atas bantuan dan kerjasamanya dalam membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anif. (1999). Karakteristik Limbah Cir Tahu, Permasalahan Lingkungan yang ditimbulkan dan Upaya Penanganannya di Kelurahan Mojosoongo, Kotamadya Daerah Tingkat II Surakarta. Tesis. Fakultas Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

- Cahyono, T.B., Triyantoro dan Budiono, Z. (1999). Kaji Tindak Pengelolaan Sampah di Kabupaten Banyumas Tahun 1998/1999. Depkes RI. Pusat Pendidikan Kesehatan, Purwokerto.
- Derco, J. Gulyasova, A. dan Horoak, M. (2002). Influence of Ozonation on Biodegradability of Refractory Organics in a Land II Leachate. Departemen of Environmental Science, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas (2006). Perencanaan Teknis Pengembangan TPA Gunung Tugel Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas, Banyumas.
- Fachrudin, A. (1989). Pengaruh Sampah di Tempat Pembuangan Akhir Dago Kotamadya Bandung Terhadap Kualitas Air Tanah Bebas di Sekitarnya. Tesis, Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hardyanti, N. dan Rahayu, S.S. (2007). Fitoremediasi Phospat dengan Pemanfaatan Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) (Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Kecil Laundry). *Jurnal Presipitasi*. 2 (1). 28-33.
- Keman, S. (2003). Pengaruh Pembuangan Sampah Terbuka (Open Dumping) Terhadap Kualitas Kimia Air Sumur Gali Penduduk di Sekitarnya. *Jurnal Penelitian Medika Eksakta*. 4 (2). 147-156.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup RI, (1997). Agenda 21 : Strategi Nasional Untuk Pembangunan Berkelanjutan. Jakarta.
- Murgito dan Moenandir, J. (2004). Kemampuan Penyerapan Logam Berat oleh Eceng Gondok. http://digilab.rawijaya.ac.id/virtual_library/mgl_warintek/disk7.htm. Diakses tanggal 2 Desember 2004.
- Priyanto, J. dan Prayitno, B. (2000). Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat. <http://lftl/bppt.tripod.com/subab/lflora.htm>. Diakses tanggal 29 Maret 2009.
- Soemirat, J. (1999). Kesehatan Lingkungan. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Suardana, I. W. (2003). Penggunaan Eceng Gondok Sebagai Teknik Alternatif Pengolahan Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan. *Jurnal Veteriner (Veteriner Journal)-Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana, Denpasar*. 4 (3). 2003: 26-32.
- Syahputra, R. (2005). Fitoremediasi Logam Cu dan Zn Dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*. Mart Solms). *LOGIKA*. 2 (2). 57-62.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., dan Vigil, S. (1993). Integrated Solid Waste Management. McGrawHill, New York.
- Yusnita, R. (2007). Model Matematik Pada Pengolahan Limbah Cair Tahu Secara Biofiltrasi Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* .Mart. Solms). Skripsi (tidak dipublikasikan). Fakultas Pertanian. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.