

EFEKTIFITAS TUMBUHAN AIR DAN MEDIA PENYARING MENURUNKAN KANDUNGAN BAHAN PENCEMAR LIMBAH CAIR BUANGAN AKHIR PABRIK KELAPA SAWIT

SYAFRANI, SANTUN R.P SITORUS, M. SRI SAENI DAN
SURIA DARMA TARIGAN

Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan SPs IPB.

Diterima Tanggal : 14 Oktober 2006

Disetujui Tanggal : 25 November 2006

ABSTRACT

Reducing water quality issue become higher equal with increasing of industries which is thrown away their wastewater to water territorial without processing waste or insufficient treatment that ought to be done by the industries. Aquatic plants and filter media effectiveness research as a wastewater controlling as known as Phytoremediation Concept. Research objects are: 1) make an effectiveness research using aquatic plants and filter media reducing pollutant substances. 2) Design a wastewater processing technique using aquatic plants and filter media. Research conducted in laboratory scale use split plot experimental design. It's indicated combination alluvial-zeolite media can reduce pollutant higher than alluvial media, 6 parameters can reduce pollutant about 75%-100%. The alliance aquatic plants *wlingen-kiapu* can reduce higher than the others in 8 parameters. Combination of aquatic plants *wlingen-kiapu* and alluvial-zeolite media are better than other in 8 parameters. Then combination of aquatic plants *melati air-kiapu*, *genjer-kiapu*, and the best technique that was used is combination of aquatic plants *wlingen-kiapu* and *alluvial-zeolite* soil media.

Keywords : Aquatic plants, filter media, wastewater

PENDAHULUAN

Kementrian lingkungan hidup (2004) melaporkan bahwa 60% sungai di Indonesia dalam keadaan tercemar. Sesungguhnya semua peristiwa terjadinya pencemaran bersumber dari ketidakmampuan pihak-pihak yang menghasilkan limbah cair untuk membersihkan air limbahnya karena mahalnya instalasi pengolahan limbah (IPAL) dan sulit dioperasikan. Penelitian, pengembangan dan penerapan teknologi berbasis tumbuhan air saat ini mendapat perhatian di negara maju dan negara berkembang seperti Amerika, Australia, Eropa, Thailand dan Malaysia (Khatuddin, 2003).

Pengembangan teknologi yang bersumber dari alam dengan pemanfaatan tumbuhan air dan media penyaring seperti lahan rawa, dikenal sebagai suatu teknologi

yang disebut fitoremediasi dan teknologi ini bisa juga digunakan sebagai indikator adanya pencemaran air dan udara (Klumpp *et al.*, 1995; Cunningham *et al.*, 2005; Adriano dan Strojan, 2005; Raskin 2005). Beberapa keuntungan dari penggunaan teknologi fitoremediasi dengan sistem lainnya adalah mudah dilakukan serta murah jika dibandingkan dengan pengolahan limbah secara fisika-kimia maupun bioremediasi dengan menggunakan mikroorganisme seperti bakteri, kapang, dan jamur (Subroto, 1996).

Propinsi Riau khususnya pada DAS Tapung Kiri, Dinas Perkebunan dan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Propinsi Riau (2003), melaporkan terdapat 34 perkebunan besar, terdiri dari 32 perusahaan kebun kelapa sawit dan 2 perusahaan perkebunan karet dengan luas areal keseluruhan 132.196.98 ha. Terdapat

20 pabrik kelapa sawit dan 2 pabrik karet yang berada disepanjang aliran sungai Tapung Kiri. Hal ini berpotensi menimbulkan pencemaran yang pada akhirnya akan menurunkan mutu lingkungan perairan sungai, sehingga tidak sesuai lagi dengan peruntukannya. Untuk itu perlu dilakukan kajian teknologi alternatif tepat guna spesifik lokasi yang mampu mengendalikan dan mengurangi bahan pencemar yang dibuang ke perairan sehingga limbah cair yang dibuang tidak menimbulkan pencemaran.

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun teknik peningkatan kualitas perairan tepat guna spesifik lokasi untuk mengurangi beban bahan pencemar limbah cair yang dibuang keperairan. Manfaatnya diharapkan dapat memberikan arahan perencanaan pengelolaan DAS secara terpadu.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Lancang Kuning Pekanbaru, Labor Dinas Pemukiman dan Prasarana Wilayah Propinsi Riau dan Labor FMIPA-UNRI-Pekanbaru. Penelitian dimulai bulan Agustus 2005 sampai bulan Juni 2006.

Bahan-bahan yang digunakan limbah cair buangan akhir pabrik kelapa sawit, tumbuhan air *Scirpus grossus* (wlingen), *Echinodorus paleaefolius* (melati air), *Limnocharis flava* (genjer), dan *Pistia stratiotes* (kiapu), media tanah aluvial dan zeolit. Alat yang digunakan drum plastik berukuran diameter 60 cm x 45 cm, botol plastik 500 cc, pH meter.

Rancangan penelitian menggunakan rancangan petak terbagi (split plot design) dengan dua faktor media yakni tanah aluvial dan aluvial-zeolit sebagai petak utama, tujuh faktor tumbuhan air sebagai anak petak yakni empat tumbuhan air tunggal dan tiga tumbuhan air gabungan. Dengan tiga ulangan. Seluruh unit

percobaan sebanyak $7 \times 2 \times 3 = 42$ unit percobaan (Hanafiah, 2003).

Pengamatan dilakukan selama 30 hari, untuk mengetahui pengaruh perlakuan mengurangi bahan pencemar yang terkandung dalam limbah cair. Analisis data meliputi kandungan bahan pencemar dalam limbah cair sebelum dan sesudah perlakuan. Analisis keefektifan kemampuan perlakuan tumbuhan air dan media mengurangi kadar bahan pencemar menggunakan persamaan (Saeni *et al.*, 1988; Nurimaniwathy *et al.*, 2004) :

$$EP = \frac{(C_{in} - C_{out})}{C_{in}} \times 100\%$$

EP = efektifitas perlakuan mengurangi bahan pecemar, C_{in} = kadar parameter limbah cair yang masuk dalam sistem, dan C_{out} = kadar parameter limbah cair yang keluar dari sistem setelah melalui proses fitoremediasi. Analisis data dilakukan dengan SAS versi 6.12.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh media penyaring mengurangi bahan pencemar

Hasil analisis keefektifan seperti yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa media penyaring tanah aluvial dan tanah aluvial-zeolit mampu mengurangi kadar bahan pencemar yang terdapat dalam limbah cair buangan akhir pabrik kelapa sawit. Bahan pencemar tersebut meliputi parameter : TSS, TDS, DHL, kekeruhan, COD, amonia, nitrat, nitrit, pH, dan ortofosfat. Analisis sidik ragam menunjukkan media penyaring berpengaruh nyata menurunkan kadar bahan pencemar. Uji berpasangan Duncan menunjukkan kedua media berbeda nyata menurunkan kadar bahan pencemar, kecuali parameter pH dan nitrit.

Tabel 1. Rata-rata keefektifan media mengurangi kadar bahan pencemar pada akhir percobaan dan uji berpasangan Duncan

Parameter	Satuan	Limbah Awal	Media Penyaring/Keefektifan (%)			
			Aluvial (ml)		Aluvial-zeolit (m ²)	
pH	skala	4.10	54.40	(6.33 a)	57.70	(6.44 a)
TSS	mg/l	132.00	70.05	(34.44 a)	81.10	(24.94 b)
TDS	mg/l	630.00	67.50	(205.03 a)	75.00	(160.36 b)
DIIL	µmhos/cm	1290.00	56.40	(562.98 a)	64.23	(461.41 b)
Kekeruhan	NTU	78.48	76.00	(18.81 a)	79.50	(16.11 b)
COD	mg/l	132.00	75.50	(32.42 a)	81.30	(24.70 b)
Amonia	mg/l	1.79	61.50	(0.69 a)	68.20	(0.57 b)
Nitrat	mg/l	2.50	60.80	(0.98 a)	68.20	(0.79 b)
Nitrit	mg/l	0.03	76.60	(0.007 a)	83.30	(0.005 a)
Ortofosfat	mg/l	1.76	85.20	(0.26 a)	90.00	(0.16 b)

Keterangan : Angka-angka dalam kurung merupakan hasil uji lanjut Duncan dan yang diikuti oleh huruf pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada tarap $\alpha = 0.05$

Tabel 1 memperlihatkan bahwa media tanah aluvial-zeolit (m²), mampu menurunkan bahan pencemar dengan tingkat keefektifan lebih tinggi. Dari 10 parameter yang dianalisis, 6 parameter menurun kadar bahan pencemarnya dengan tingkat keefektifan berkisar antara 75-100%, dan 4 parameter menurun berkisar antara 50-75%. Dibandingkan media penyaring tanah aluvial hanya 4 parameter menurun kadar bahan pencemarnya berkisar antara 75-100%, dan 6 parameter menurun berkisar antara 50-75%. Kemampuan media aluvial-zeolit menurunkan kadar bahan pencemar disebabkan sifat media zeolit mampu menyerap kation dan anion yang terdapat didalam air

limbah, yang telah mengalami proses penguraian.

Poerwadi (1997) dan Setiaji *et al*, (2003) melaporkan bahwa zeolit telah banyak digunakan sebagai media untuk memperbaiki lingkungan, karena zeolit mempunyai daya jerap yang baik terhadap kation dan anion yang terdapat dalam air limbah. Wetson *et al* (1989) menyatakan bahwa media penyaring dapat digunakan dalam mengurangi kadar bahan pencemar, seperti media penyaring pasir mampu menurunkan bahan pencemar dengan tingkat keefektifan antara 18-75%, media penyaring tanah aluvial atau liat mampu menurunkan dengan tingkat keefektifan berkisar antara 55-61%.

Tabel 2. Rata-rata keefektifan tumbuhan air mengurangi kadar bahan pencemar

Parameter	Satuan	Limbah Awal	Keefektifan penurunan kadar bahan pencemar (%)						
			Tumbuhan air tunggal				Tumbuhan air gabungan		
			v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7
pH	skala	4.10	58.50	55.10	54.20	54.60	56.60	56.70	54.90
TSS	mg/l	132.00	78.70	76.20	69.60	73.90	82.90	80.50	78.10
TDS	mg/l	630.00	70.30	68.40	58.50	65.20	75.20	70.60	68.80
DIIL	µmhos/cm	1290.00	57.40	56.80	54.50	59.20	75.20	63.70	62.90
Kekeruhan	NTU	78.48	74.80	72.30	71.30	72.60	78.10	77.10	75.40
COD	mg/l	132.00	75.60	74.10	73.30	74.10	82.70	81.90	81.60
Amonia	mg/l	1.79	66.50	63.70	58.70	60.90	75.40	68.70	62.00
Nitrat	mg/l	2.50	66.00	64.40	59.60	60.80	68.80	65.70	66.40
Nitrit	mg/l	0.03	80.00	70.00	76.70	80.00	80.00	76.70	80.00
Ortofosfat	mg/l	1.76	88.60	86.00	85.80	87.50	91.50	88.60	84.60

Keterangan : v1= wlingen; v2= melati air; v3= genjer; v4= kiapu; v5=wlingen-kiapu; v6= melati air-kiapu; v7= genjer-kiapu.

Pengaruh tumbuhan air mengurangi bahan pencemar

Hasil analisis keefektifan seperti yang disajikan pada Tabel 2, menunjukkan bahwa tumbuhan air tunggal maupun gabungan mampu mengurangi kadar bahan pencemar yang terdapat dalam limbah cair buangan akhir pabrik kelapa sawit, seperti : TSS, TDS, DHL, kekeruhan, COD, amonia, nitrat, nitrit, pH, dan ortofosfat. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tumbuhan air berpengaruh nyata menurunkan kadar bahan pencemar. Dari Tabel 2, terlihat bahwa tumbuhan air gabungan v5 menunjukkan tingkat keefektifan lebih tinggi menurunkan kadar pencemar, dari 10 parameter yang dianalisis 8 parameter mampu menurunkan kadar bahan pencemarnya berkisar antara 75-100%, dibanding tumbuhan air tunggal v1 = 4 parameter, v2 = 2 parameter, v3 = 2 parameter, v4 = 2 parameter, tumbuhan air gabungan v6 = 5 parameter, dan v7 = 5 parameter.

Uji berpasangan Duncan yang disajikan pada Tabel 3 terlihat tumbuhan air v5 berbeda nyata menurunkan kadar bahan pencemar dengan tumbuhan air tunggal v1, v2, v3, dan v4 untuk parameter TSS, TDS,

DHL, kekeruhan, COD, amonia, ortofosfat, untuk parameter pH, nitrat, nitrit tidak menunjukkan perbedaan nyata. Peralakuan v5 berbeda nyata menurunkan kadar bahan pencemar dengan v6 dan v7, untuk parameter TDS, HDL dan tidak berbeda nyata kemampuannya menurunkan bahan pencemar pada parameter pH, TSS, kekeruhan, COD, amonia, nitrat, nitrit, dan ortofosfat.

Tumbuhan air gabungan v5 merupakan kombinasi yang lebih baik dari v6 dan v7, hal ini disebabkan oleh tumbuhan air kiapu yang mengapung dipermukaan yang pertumbuhannya sangat pesat dan perakaran yang terdapat pada permukaan air sangat efektif untuk menyerap kation dan anion yang terdapat pada lapisan air, begitu juga dengan tumbuhan air wlingen sangat pesat pertumbuhannya dibandingkan tumbuhan air melati air dan genjer, sehingga akar tumbuhan mempunyai kemampuan untuk menyerap zat padat yang terlarut maupun yang tersuspensi yang terdapat pada dasar media. Sehingga kombinasi kedua perlakuan ini lebih baik dari perlakuan lainnya.

Tabel 3. Uji berpasangan Duncan terhadap pengaruh tumbuhan air menurunkan kadar bahan pencemar pada akhir percobaan

Parameter	Satuan	Limbah Awal	Kadar bahan pencemar pada akhir percobaan						
			Tumbuhan air tunggal				Tumbuhan air gabungan		
			v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7
pH	skala	4.10	6.50a	6.36ab	6.32ab	6.34ab	6.42ab	6.41ab	6.35ab
TSS	mg/l	132.00	28.2 cd	31.4bc	40.10a	34.4b	22.6c	25.8de	28.9cd
TDS	mg/l	630.00	187.2cd	198.9b	261.4b	219.6a	156.3c	185.2d	196.4bc
DHL	µmhos/cm	1290.00	549.3b	583.2a	586.4a	527.8c	336.0c	468.1d	477.8d
Kekeruhan	NTU	78.48	17.2bc	19.0ab	19.7a	18.8bc	15.0e	15.7de	16.9cd
COD	mg/l	132.00	32.1b	34.2ab	35.3a	34.2ab	22.9c	23.79c	24.34c
Amonia	mg/l	1.79	0.60ab	0.65ab	0.74a	0.70ab	0.44b	0.56ab	0.68ab
Nitrat	mg/l	2.50	0.85a	0.89a	1.01a	0.98a	0.78a	0.87a	0.84a
Nitrit	mg/l	0.03	0.006a	0.009a	0.007a	0.006a	0.006a	0.007a	0.006a
Ortofosfat	mg/l	1.76	0.20ab	0.23a	0.25a	0.22a	0.15b	0.20ab	0.20ab

Keterangan : v1= wlingen; v2= melati air; v3= genjer; v4= kiapu; v5=wlingen-kiapu; v6= melati air-kiapu; v7= genjer-kiapu. Angka-angka yang diikuti oleh huruf pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 0.05$.

Thobanuglous (1987), melaporkan bahwa dengan menggunakan satu jenis tumbuhan

air mampu menurunkan kadar bahan pencemar TDS berkisar antara 12-72%.

Watson *et al* (1989), juga melaporkan bahwa dengan menggunakan kolam buatan yang ditanami tumbuhan air *Scirpus* mampu menghilangkan TSS 51-83%. Meutia (2002), dari hasil penelitiannya pada kolam buatan yang ditanami tumbuhan air *Thypha* sp dan *Eichornia* sp mampu menurunkan kekeruhan, COD, amonia, fosfat berkisar antara 15%-75%.

Pengaruh kombinasi antara media dan tumbuhan air mengurangi bahan pencemar

Pengaruh kombinasi antara media dan tumbuhan air, hasil analisis keefektifan seperti yang disajikan pada Tabel 4, menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan mampu menurunkan kadar bahan pencemar

yang terdapat pada limbah cair, seperti parameter TSS, TDS, DHL, kekeruhan, COD, amonia, nitrat, nitrit, pH, dan ortofosfat. Analisis sidik ragam menunjukkan ada pengaruh nyata antara masing-masing perlakuan dalam menurunkan kadar bahan pencemar. Uji berpasangan Duncan pengaruh interaksi antara media dan tumbuhan air menunjukkan bahwa perlakuan m2v5 berbeda nyata dengan perlakuan tumbuhan air tunggal dan gabungan dengan media tanah aluvial untuk parameter TSS, TDS, DHL, kekeruhan, COD, ortofosfat dan tidak berbeda nyata dengan parameter lainnya.

Tabel 4. Rata-rata keefektifan pengaruh kombinasi media dan tumbuhan air mengurangi kadar bahan pencemar

Perlakuan	Parameter/Keefektifan (%)									
	pH	TSS	TDS	DHL	Kekeruhan	COD	NH ₃ N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	Orto-PO ₄
m1v1	54.54	75.67	67.28	55.81	71.75	72.15	64.25	63.60	80.00	90.91
m1v2	51.22	81.65	66.96	50.53	69.29	70.36	61.45	60.00	60.00	84.66
m1v3	54.63	63.51	66.81	51.12	71.38	67.83	56.98	55.20	73.33	81.82
m1v4	53.17	71.08	62.06	69.70	54.23	70.47	59.22	58.40	73.33	84.09
m1v5	54.63	80.98	72.95	79.32	62.43	75.32	69.27	68.00	80.00	90.90
m1v6	54.15	80.10	68.22	55.81	75.00	79.21	62.57	58.80	73.33	85.23
m1v7	53.66	71.52	67.92	55.29	74.43	78.88	56.43	61.60	76.67	85.23
m2v1	58.54	71.47	73.30	58.96	77.75	79.09	69.27	68.40	80.00	90.34
m2v2	58.05	80.96	69.90	59.06	75.35	77.80	66.48	68.80	83.33	86.36
m2v3	53.66	75.76	69.27	57.90	71.23	78.64	59.78	64.40	83.33	89.77
m2v4	56.10	76.74	68.24	63.94	74.68	78.45	63.13	63.20	86.67	90.90
m2v5	58.54	84.77	76.17	76.74	80.78	86.06	75.01	70.00	83.33	92.61
m2v6	58.54	83.10	73.00	66.78	79.18	83.24	74.30	72.00	80.00	92.05
m2v7	56.10	84.77	69.75	65.98	76.34	84.23	67.04	70.80	76.67	91.15

Keterangan : m1 = media aluvial ; m2 = media aluvial+zeolit ; v1 = tumbuhan air wlingen; v2 = tumbuhan air melati air; v3 = tumbuhan air genjer; v4 = tumbuhan air kiapu; v5 = gabungan tumbuhan air wlingen-kiapu; v6 = gabungan tumbuhan air melati air+kiapu; dan v7 = gabungan tumbuhan air genjer=kiapu.

Perlakuan m2v5 berbeda nyata dengan perlakuan tumbuhan air tunggal dengan media tanah aluvial-zeolit untuk parameter TSS, TDS, DHL, COD, kekeruhan, tidak berbeda nyata dengan parameter lainnya. Perlakuan m2v5 tidak berbeda nyata dengan tumbuhan air gabungan dengan media tanah aluvial-zeolit, kecuali untuk perlakuan m2v6 dan m2v7 untuk parameter TDS dan DHL. Dari Tabel 4 dan 5

perlakuan m2v5 merupakan kombinasi perlakuan yang lebih baik dari perlakuan lainnya menurunkan kadar bahan pencemar dengan tingkat keefektifan dari 10 parameter yang dianalisis 8 parameter mampu menurunkan kadar bahan pencemar 75%-100%. Dibandingkan keefektifitas tumbuhan air tunggal dan tumbuhan air gabungan dengan media tanah aluvial.

Perlakuan m2v5 merupakan perlakuan yang terbaik dalam menurunkan kadar bahan pencemar, hal ini didukung oleh pertumbuhan tanaman wlingen dan kiapu yang sangat cepat dan perakarannya yang panjang sehingga tumbuhan ini mudah menyerap kation dan anion yang berada didalam air limbah maupun yang berada

didasar media. Media aluvial-zeolit juga merupakan media yang mempunyai kemampuan untuk menyerap kation dan anion yang berada dalam air limbah sehingga kombinasi perlakuan ini mempunyai kemampuan lebih baik dari perlakuan lainnya dalam mengurangi kadar bahan pencemar.

Tabel 5. Uji berpasangan Duncan terhadap pengaruh kombinasi tumbuhan air dan media menurunkan kadar bahan pencemar pada akhir percobaan

Perlakuan	Kadar bahan pencemar pada akhir percobaan									
	pH	TSS	TDS	DIHL	Kekeruh.	COD	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	Orto-PO ₄
	skala	mg/l	mg/l	µmhos/cm	NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
satuan	6.50a	32.1c	206.2bc	570.1b	19.8abc	36.8c	0.64abc	0.91bc	0.006a	0.16de
m1v1	6.20a	24.2fe	208.2b	638.2a	21.0a	39.1cb	0.69ab	1.0ab	0.012a	0.27ab
m1v2	6.34a	48.2a	209.1b	630.6a	19.6abc	42.5a	0.77a	1.12a	0.008a	0.32a
m1v3	6.28a	38.2b	239.0a	590.4b	20.2a	40.0ab	0.73a	1.04ab	0.008a	0.28a
m1v4	6.34a	25.1de	170.4e	484.7e	16.9cde	27.3d	0.55abc	0.80ab	0.006a	0.16de
m1v5	6.32a	26.3cd	200.2bcd	570.1d	17.1bcd	27.5d	0.67abc	1.03ab	0.008a	0.26abc
m1v6	6.30a	37.6b	202.1bcd	576.7cd	17.5bcd	27.9d	0.78a	0.96ab	0.007a	0.26abc
m2v1	6.50a	37.7b	168.2e	529.5cd	15.2def	27.6d	0.55abc	0.79bc	0.006a	0.17cde
m2v2	6.48a	25.1de	189.6d	528.1cd	16.9cde	29.6d	0.60abc	0.78bc	0.005a	0.24bcd
m2v3	6.30a	32.0c	193.6cd	543.2c	19.7abc	28.2d	0.72a	0.89ab	0.005a	0.18cde
m2v4	6.40a	30.7c	200.1bcd	456.2e	17.3bcd	28.5d	0.66abc	0.92ab	0.004a	0.16de
m2v5	6.50a	20.1f	150.2f	300.1g	13.2f	18.4e	0.43c	0.75bc	0.005a	0.13e
m2v6	6.50a	22.3fe	1170.1e	426.0f	14.26ef	22.12e	0.46bc	0.70c	0.006a	0.14e
m2v7	6.40a	20.1f	190.6d	438.9f	16.2cd	20.8e	0.59abc	0.73bc	0.007a	0.15de

Keterangan : m1 = media aluvial ; m2 = media aluvial+zeolit ; v1 = tumbuhan air wlingen; v2 = tumbuhan air melati air; v3 = tumbuhan air genjer; v4 = tumbuhan air kiapu; v5 = gabungan tumbuhan air wlingen-kiapu; v6 = gabungan tumbuhan air melati air+kiapu; dan v7 = gabungan tumbuhan air genjer=kiapu. Angka-angka yang diikuti oleh huruf pada baris yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 0.05$.

Ozaki (1999) melaporkan bahwa dengan menggunakan biogeofilter dengan media tanah dan zeolit dalam kolam buatan yang ditanami tumbuhan air talas dan kubis rawa mampu mengurangi bahan pencemar antara 95.7-99,0%. Hasil penelitian Meutia (2002), pada kolam buatan yang ditanami tumbuhan air gabungan *Thypha* sp dan *Eichornia* sp menunjukkan kombinasi tumbuhan tersebut mampu menurunkan kadar kekeruhan, fosfat total, BOD₅, COD, amonia rata-rata berkisar 15,0-75,0%.

Uji berpasangan Duncan menunjukkan kombinasi perlakuan media tanah aluvial-zeolit dan tumbuhan air wlingen-kiapu (m2v5) merupakan teknik perlakuan pengolahan limbah cair yang tingkat keefektifannya lebih tinggi dari media tanah aluvial dan diikuti berturut-turut oleh

perlakuan m2v6 dan m2v7 dari perlakuan lainnya, seperti yang disajikan pada Tabel 4 dan 5. Brahmana *et al.* (2002) dan Frahbakhsazad *et al.* (2002) menyatakan bahwa media penyaring yang dibuat berlapis seperti pasir dan kerikil dengan menggunakan satu jenis tumbuhan air seperti *Thypha* sp dan *Corex* sp dan aliran limbah dibuat secara vertikal mampu mengurangi kadar pencemar seperti amonia, pH, nitrat, fosfat total, BOD₅, dan COD berkisar antara 50%-95.5%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Media penyaring tanah aluvial-zeolit merupakan media penyaring lebih baik mengurangi kadar bahan pencemar. Dari 10 parameter yang dianalisis, 6 parameter

menurun kadar bahan pencemar dengan tingkat keefektifan berkisar antar 75-100%, dibandingkan media penyaring tanah aluvial hanya 4 parameter.

Tumbuhan air *Scirpus grossus-Pistia strationes* (wliangen-kiapu) merupakan tumbuhan air yang lebih baik mengurangi bahan pencemar. Dari 10 parameter yang dianalisis, 8 parameter mampu menurunkan kadar bahan pencemarnya dengan tingkat keefektifan berkisar antara 75.0-100.0%, dibandingkan dengan tumbuhan air tunggal dan gabungan lainnya.

Kombinasi perlakuan media penyaring tanah aluvial-zeolit dengan tumbuhan air gabungan wlingen-kiapu merupakan kombinasi perlakuan yang lebih baik dalam mengurangi bahan pencemar. Dari 10 parameter yang dianalisis, 8 parameter mampu menurunkan kadar bahan pencemarnya dengan tingkat keefektifan berkisar antara 75-100%, dibandingkan perlakuan lainnya yakni berkisar antara 2-5 parameter.

Teknik pengelolaan limbah cair yang terbaik digunakan adalah menggunakan kombinasi media penyaring tanah aluvial-zeolit dengan tumbuhan air gabungan wlingen-kiapu, dari 10 parameter mampu menurunkan kadar bahan pencemar berkisar antara 75.0-100% sebanyak 8 parameter, diikuti berurut-turut perlakuan tumbuhan air gabungan melati air-kiapu (5 parameter) dan tumbuhan air gabungan genjer-kiapu (5 parameter).

Saran

Media penyaring gabungan aluvial-zeolit dengan tumbuhan air gabungan *Scirpus grossus-Pistia strationes* (wlingen-kiapu) memberikan hasil yang lebih baik dari perlakuan tumbuhan air tunggal maupun gabungan tumbuhan air lainnya, sehingga disarankan dapat digunakan untuk pengendalian limbah cair.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriano., and C. Strojan. 2005. Phytoremediation Research. <http://www.uga.edu/srel/graphies/phytoremediation-snapshot.pdf>. [7 Mei 2005].
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Provinsi Riau. 2003. Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Riau. BAPEDALDA. Provinsi Riau.
- Brahmana, S.S., dan S. Armanita. 2002. Pengurangan Zat Nutrisi Nitrogen dan Fosfat Dalam Air Limbah Dengan Menggunakan Eko-Teknologi Wetland. JLP 16 (48): 47-55.
- Cunningham, S.D., W.R. Berthi and J.W. Huang. 1995. Phytoremediation of Contaminated Soil. Trends. In Biotech. 13: 393-397.
- Farahbaksazad, N., G.M. Morrison and E.S. Filho. 2002. Nutrient Rmoval in a Vertical Upflow Wetland in Piracicaba, brasil. AMBIO, A Jurnal of the Human Environment. 29(2): 74-77.
- Hanafiah, K. A. 2003. Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 259 hal.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. Strategi Nasional dan Rencana Pengelolaan Lahan Basah Indonesia. Komite Nasional Pengelolaan Ekosistem Lahan Basah. Jakarta.
- Khiatuddin, M. 2003. Melestarikan Sumberdaya Air Dengan Teknologi Rawa Buatan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Klummp, A., G. Klummp and M. Domingos. 1995. Plant as Bioindicators Air Pollution at the Serra Do Mar Near the Industrial Complex of Cubatao Brazil. Enviromental Pollution 85:109-116.

- Meutia, A. A. 2002. Pengolahan Air Limbah Dengan Lahan Basah Buatan. Proseding Seminar Nasional Limnologi. Bogor 22 April 2005. Bogor. Hal 145-153.
- Nurimaniwathy., E. Kismolo, T. Suyatno dan Rahardjo. 2004. Pengolahan Limbah Chrom Industri Elektroplating Menggunakan Kalsium Karbonat. *Dalam* D. Marsono., L. Paskalis. Dan E. Haryanto [Editor]. Konflik Kepentingan dalam Pengelolaan Sumberdaya Air. BIGRAF Publishing dan Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan. Yogyakarta. Hal. 117-124.
- Ozaki, Y. 1999. Resource Recycling System for Domestic Wastewater Treatment Using Biogeofilter Ditches Planted With Useful Plants. *Japan Agricultural Research Quarterly* 33: 243-249.
- Poerwadi, B. 1997. Prospek Pemanfaatan Zeolit Alam Indonesia Sebagai Adsorben Limbah Cair dan Madia Fluidisasi Dalam Kolom Fluidisasi. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Perguruan Tinggi (Tidak Dipublikasikan-Perpustakaan LIPI-Jakarta). 56 hal.
- Raskin, I. 2005. Phytoremediation; Using Plants to Remove Pollutans from the Environment. *American Society of Plants Biologists*. <http://www.aspb.org/index.cfm>. [6 Mei 2005].
- Saeni, M.S., R.T.M. Sutamihardja, J. Sukra, S. Soemarto, T. Ungerer dan Barizi. 1988. Kemampuan Saringan Pasir, Ijuk dan Arang Dalam Meningkatkan Kualitas Fisik dan Kimia Air. *Forum Pascasarjana I* (11): 27-50.
- Setiaji, B. S. Sri dan S.H. Anik. 2003. Modifikasi Zeolit Alam Sebagai Adsorben Pada Pengolahan Limbah Eksploitasai Minyak bumi. *Jur. Kimia Lingkungan*. 5(1):49-59.
- Subroto, A.M. 1996. Fitoremediasi. Proseding Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremediasi dan Pengelolaan Lingkungan. Cibinong 24-28 Juni 1996. Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi LIPI-Direktorat Teknologi Pengembangan Sumberdaya lahan dan Mitigasi Bencana-BPPY dan Hanns Seidel Foudation (HSF). Cibinong. Hal.52-69.
- Thobanoglous, G. 1987. Aquatic Plants System For Wastewater Treatment. Mognolia Publishing Orlando.
- Watson, J.T., S.C. Reed. R.H. Kaldec, R.L. Knight and A.E. Whitehouse. 1989. Performance Expectations and Loading Rate for Constructed Wetlands. *In* D.A. Hammer [Editor]. *Contracted Wetlands for Wastewater Treatment: Municipal, Industrial and Agricultural*. Lewis Publishers Michigan. pp 55-60.