

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Simpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius* L.) dan jerami hasil fermentasi *Pseudomonas aeruginosa* berpotensi meremediasi limbah binatu menurunkan kadar fosfat dengan presentase sebesar 66,159%, nilai BOD dengan presentase penurunan sebesar 68,498%, nilai COD dengan presentase penurunan sebesar 73,798%, dan nilai TSS dengan presentase penurunan sebesar 20,37%.

B. Saran

Saran yang dapat disampaikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Penelitian lebih lanjut dapat memperpanjang waktu fitoremediasi agar penurunan fosfat, BOD, COD, dan TSS sesuai dengan baku mutu.
2. Adanya variasi penambahan jumlah tanaman sehingga mampu menurunkan kadar fosfat, BOD, COD, dan TSS agar sesuai dengan baku mutu.
3. Adanya variasi penambahan jerami fermentasi sehingga mampu menurunkan kadar fosfat, BOD, COD, dan TSS agar sesuai dengan baku mutu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahsan S. 2005. Effect of Temperature on Wastewater Treatment With Natural And Waste Materials (Original Paper). *Clean Technology Environment Policy* 7: 198-202.
- Alaerts, G dan Santika, S. S. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional, Surabaya. Halaman : 117-119.
- Arsyad. S., dan Rustiadi, E. 2008. *Penyelamatan Tanah, Air, dan Lingkungan*. Yayasan Obor Indonesia, Bogor. Halaman : 42-48.
- Artarizqi, A. T. 2013. Kolaborasi Mikroba Super. *Skripsi S-1 Institut Pertanian Bogor*, Bogor.
- Backer, C. 1994. *Fitoremediation*. Mcgraw Hill, Inc, USA. Halaman : 121.
- Boyd, C. E. 1990. *Water Quality Management for Ponds for Aquaculture*. Birmingham Publishing Co. Birmingham, Alabama. Halaman 119-121.
- Caroline, J. dan Moa, A. G. 2015. Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) pada Limbah Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan. *Jurnal Nasional Sains dan Teknologi Terapan* 1(1) :1-12.
- Chaney, R.L. 1998. Phytoremediation of Soil Metals. *Journal Biotechnology* 8(1) : 279-284.
- Doyle, P. T., Devendra, C., dan Pearce, G. R. 1986. *Rice Straw as a Feed for Ruminants*. International Development Program of Australia Universities and Colleges, Canberra. Halaman : 90-96.
- Effendi, H. 2013. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta. Halaman : 57-58.
- EPA. 2000. *Introduction to Phytoremediation. National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development*. U.S. Environmental Protection Agency, Ohio. Halaman : 142-146.
- Ginting, J. 2009. Isolasi Bakteri dan Uji Aktivitas Enzim Kasar Termofilik dari Sumber Air Panas Semangat Gunung Kabupaten Karo, Sumatera Utara. *Naskah Tesis S-2*. Fakultas Biologi Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Ginting, P. 1992. *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*. Sinar Harapan, Jakarta. Halaman : 131.
- Green, M. B. P. G. Dan Dhobie, D. 1996. *Removal of Bacteria in Subsurface Flow Wetlands*. Elsevier Science Ltd. Oxford, UK. Halaman : 413.

- Hardyanti, N., dan Rahayu S.S. 2007. Fitoremediasi Fosfat dengan Pemanfaatan Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*): Studi Kasus pada Air Limbah Cair Industri Kecil Laundry. *Jurnal Presipitasi* 2 (1): 1-13.
- Hidayati. 1995. Penggunaan Enceng Gondok dan Kayu Apu untuk Meningkatkan Kualitas Limbah Cair Pabrik Kulit PT. Budi Makmur Jaya Murni Yogyakarta. *Naskah Skripsi S-1*. Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ikhsan, D., Yulianto, M. E., dan Hartati, I. 2009. Hidrolisis Enzimatis untuk Produksi Bioetanol dari Biomassa Jerami Padi. *Jurnal Pengembangan Bioreaktor* 4 (2) : 277-282.
- Jawetz, E. J. L. 1996. *Mikrobiologi Kedokteran Edisi 20*. Buku Kedokteran EGC, Jakarta. Halaman : 69-72.
- Jenie, L. S. B. dan Rahayu, P. W. 1993. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Kanisius, Yogyakarta. Halaman : 28, 38, dan 85.
- Juhaeti. T., Syarif, F., dan Hidayati, N. 2005. Inventarisasi Tumbuhan Potensial untuk Fitoremediasi Lahan dan Air Terdegradasi Penambangan Emas. *Jurnal Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia* 6(1): 31-33.
- Kasmidjo, R. B. 1991. *Penanganan Limbah Pertanian, Perkebunan, dan Industri Pangan*. UGM Press, Yogyakarta. Halaman : 46-47.
- Khasanah. 2009. *Adsorpsi Logam Berat*. Oseana. Halaman : 27.
- Kuntohartono, M. 1999. *Telaah Kesuburan Tanah*. Angkasa, Bandung. Halaman : 41-43.
- Lamid, M., Chuzaemi, S., Puspaningsih, N., dan Kusmartono. 2006. Inokulasi Bakteri Xilanolitik Asal Rumen sebagai Upaya Peningkatan Nilai Nutrisi Jerami padi. *Jurnal Protein* 14(2) : 122-124.
- Lestari dan Kencana, R. 2008. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. Halaman : 32-35.
- Litaay, G. W. 2013. Kemampuan *Pseudomonas aeruginosa* dalam Menurunkan Kandungan Fosfat Limbah Cair Rumah Sakit. *Skripsi S-1* Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Mandels, M. dan Reese E. T. 1957. Introduction of Cellulases in Fungi in *Trichoderma Viride* As Influencing Carbon Source. *Journal Bacteriol* 37 : 269-278.
- Mara, S. 2003. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor Fixed-Bed. *Naskah Tesis S-2*. Program Studi Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.

- McKinney, R. 1965. *Telaah Kesuburan Tanah Edisi ke 10*. Angkasa, Bandung. Halaman : 34.
- Metcalf, E. 1991. *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse Third Edition*. McGraw-Hill, New York. Halaman : 101.
- Mujahir, M. S. 2013. Penurunan Limbah Cair BOD dan COD Pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (*Typha angustifolia*) dengan Sistem *Constructed Wetland*. Naskah Skripsi S-1. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Mursito, B. 2011. *Tanaman Hias Berkhasiat Obat*. Penebar Swadaya, Depok. Halaman : 27.
- Padmaningrum, R. T., Aminatun, T., dan Yuliati. 2014. Pengaruh Biomassa Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dan Teratai (*Nyphea firecrest*) terhadap Kadar Fosfat, BOD, COD, TSS, dan Derajat Keasamaan Limbah Cair Laundry. *Jurnal Penelitian Saintek* 19(2) : 1-11.
- Paramita, P., Shovitri, M. dan Kuswytasari, N. D. 2012. Biodegradasi Limbah Organik Pasar dengan Menggunakan Mikroorganisme Alami Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 1 (1) : 23-26.
- Peraturan Gubernur DIY Nomor 7. 2010. *Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, Pelayanan Kesehatann, dan Jasa Pariwisata*. Peraturan Gubernur DIY, Yogyakarta.
- Prasetyo, B. 2010. *23 Peluang Usaha Top Bidang Agribisnis*. CV. Andi Offset, Yogyakarta. Halaman : 54-57.
- Radojevics, M. dan Vladimir, B. N. 1999. *Practical Environmental Analysis*. University of Chambridge, England. Halaman : 291.
- Rock, S. M. 1997. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. UGM-Press, Yogyakarta. Halaman : 50-52.
- Rosalia, R. 2000. Penggunaan Lumpur Aktif Untuk Menurunkan Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), dan Timbal (Pb) pada Limbah Cair Pencelupan Industri Batik. *Naskah Tesis S-2*. Fakultas Ilmu Lingkungan Universitas Udayana, Denpasar.
- Saha, B. C. 2004. Lignocellulose Biodegradation and Appllication in Biotechnology. *US Government Work, American Chemical Society* 12 : 214.
- Shallman, R. E. Dan Bishop, R. J. 1999. *Metallurgy Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Reed Educational and Professional Publishing Ltd, Oxford. Halaman : 430.
- Stefhany, C. A., Sutisna, M. dan Pharmawati, K. 2013. Fitoremediasi Fosfat dengan Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) pada Limbah Cair Industri Kecil Pencucian Pakaian (Laundry). *Jurnal Lingkungan Itenas* 1(1) : 1-11.

- Suhardjono. 2010. Pemberdayaan Komunitas *Pseudomonas* untuk Bioremediasi Ekosistem Air Sungai Tercemar Limbah Deterjen. *Seminar Nasional Biologi*. Halaman : 38.
- Sutanto, H. 1996. *Purification of Wastewater from Detergent Factory by a Biological Rotor*. International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Enviromental Engineering. Halaman : 89-91.
- Umaly, E dan Cuvin, S. W. 1988. Potensi Komunitas Bakteri Pemecah Deterjen Jenis Alkil Benzen Sulfonat (ABS) dan Linier Alkil Benzen Sulfonat (LAS). *Jurnal Universitas Brawijaya* 6 (2) : 100-108.
- Widiyani P. 2010. *Dampak dan Penanganan Limbah Deterjen*. Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran IPB, Bogor. Halaman : 48-49.
- Winardi. 2011. *Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb dengan Beberapa Aktivator Asam*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. Halaman : 7.
- Wiryosuhanto, S.D. 1985. *Petunjuk Teknis Pembinaan Limbah dan Teknik Pengolahan Jerami Padi dengan Cara Amoniasi*. Direktorat Bina produksi Peternakan, Jakarta. Halaman : 65-68.
- Wolverton, B. C. 1997. Water Hyacinth for Removal of Phenol from Polluted Water. *Journal Aquatic Botany* (10) : 72.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Hasil Perbanyakan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*



Gambar 7. Perbanyakan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* pada Medium NA

Lampiran 2. Dokumentasi Jumlah Anakan Daun Melati Air



Gambar 8. Jumlah Anakan Daun Melati Air yang Tumbuh

Lampiran 3. Analisis Varian dan Uji Duncan Fosfat Limbah Cair Binatu

Tabel 12. Raw Data Parameter Fosfat Selama 14 Hari

Jenis perlakuan	Ulangan	Hari ke-		
		0	7	14
Kontrol	1	77,260	192,010	67,122
	2	91,163	183,820	89,102
	3	65,003	107,313	51,211
Jerami dengan fermentasi	1	100,571	119,715	38,519
	2	91,465	119,608	29,335
	3	75,829	99,820	24,471
Jerami tanpa fermentasi	1	102,896	95,940	47,474
	2	92,887	113,385	60,148
	3	77,143	96,350	33,148
Tanpa jerami	1	115,159	119,385	63,994
	2	98,608	100,795	49,471
	3	82,208	97,254	41,309

Tabel 13. Uji Anava Kadar Fosfat

	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Hari	27756,500	2	13878,250	1301,086	,000
Perlakuan	3698,222	3	1232,741	115,569	,000
Hari*perlakuan	6505,278	6	1084,213	101,645	,000
Error	256,000	24	10,667		
Total	300360,000	36			

Tabel 14. Uji Duncan Kadar Fosfat

perlakuan	N	Tingkat Kepercayaan = 0,05			
		1	2	3	4
Duncan ^a TJ hari ke-0	3	98,9917			
K hari ke-0	3	78,4143			
JF hari ke-0	3	89,9550			
JTF hari ke-0	3	81,9753			
K hari ke-14	3	69,3457			
JTF hari ke-14	3	46,8497			
JF hari ke-14	3	51,5913			
TJ hari ke-14	3		103,5037		
TJ hari ke-7	3		101,8917	101,8917	
JTF hari ke-7	3			113,0477	
JF hari ke-7	3				161,0477
K hari ke-7	3				
Sig.		,102	,214	,364	1,000

Tabel 15. Uji Duncan (hari) Kadar Fosfat

perlakuan	N	Tingkat Kepercayaan = 0,05		
		1	2	3
Duncan ^a JF	9	77,815		
JTF	9	76,906		
TJ	9		84,696	
Kontrol	9			102,936
Sig		,260	1,000	1,000

Tabel 16. Uji Duncan (hari) Kadar Fosfat

hari	N	Tingkat Kepercayaan = 0,05		
		1	2	3
Duncan ^a Hari 14	12	49,5575		
Hari 0	12		87,334	
Hari 7	12			119,873
Sig		1,000	1,000	1,000

Lampiran 4. Analisis Varian dan Uji Duncan BOD Limbah Cair Binatu

Tabel 17. Raw Data Parameter BOD Selama 14 Hari

Jenis perlakuan	Ulangan	Hari ke-		
		0	7	14
Kontrol	1	914,7	601,0	583,7
	2	853,7	478,5	536,6
	3	1016,3	561,7	575,6
Jerami dengan fermentasi	1	93,0	273,8	260,2
	2	914,7	394,9	283,0
	3	1097,6	284,6	309,0
Jerami tanpa fermentasi	1	935,0	243,9	309,0
	2	1016,3	325,2	195,1
	3	853,7	243,9	227,7
Tanpa jerami	1	813,1	243,9	235,8
	2	1057,0	243,9	292,7
	3	1097,6	284,6	195,1

Tabel 18. Uji Anava Kadar BOD

	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Hari	2256146,000	2	1128073,000	1269082	,000
Perlakuan	147964,556	3	49321,519	55486,708	,000
Hari*perlakuan	82471,111	6	13745,185	15463,333	,000
Error	21,333	24	,889		
Total	14827772,0	36			

Tabel 19. Uji Duncan Kadar BOD

perlakuan		N	Tingkat Kepercayaan = 0,05		
			1	2	3
Duncan ^a	TJ hari ke-14	3	341,2000		
	JTF hari ke-14	3	343,9333		
	TJ hari ke-7	3	457,4667		
	JTF hari ke-7	3	471,0000		
	JF hari ke-14	3	284,0667		
	JF hari ke-7	3	317,7667		
	K hari ke-7	3	547,0667	547,0667	
	K hari ke-14	3	565,3000	565,3000	
	JF hari ke-0	3		901,7667	901,7667
	K hari ke-0	3			928,2333
	JTF hari ke-0	3			935,000
	TJ hari ke-0	3			989,2333
	Sig.			,051	,300

Tabel 20. Uji Duncan (perlakuan) Kadar BOD

	perlakuan	N	Tingkat Kepercayaan = 0,05			
			1	2	3	4
Duncan ^a	JF	9	501,200			
	JTF	9		565,311		
	TJ	9			595,967	
	Kontrol	9				680,2
	Sig		1,000	1,000	1,000	1,000

Tabel 21. Uji Duncan (hari) Kadar BOD

	hari	N	Tingkat Kepercayaan = 0,05		
			1	2	3
Duncan ^a	Hari 14	12	383,625		
	Hari 7	12		434,8252	
	Hari 0	12			938,558
	Sig		1,000	1,000	1,000

Lampiran 5. Analisis Varian dan Uji Duncan COD Limbah Cair Binatu

Tabel 22. Raw Data Parameter COD Selama 14 Hari

Jenis perlakuan	Ulangan	Hari ke-		
		0	7	14
Kontrol	1	2283,3	1704,4	1698,1
	2	2096,2	1385,6	1585,6
	3	2308,8	1654,4	1685,6
Jerami dengan fermentasi	1	93,0	673,8	741,9
	2	914,7	794,9	579,4
	3	1097,6	584,6	748,1
Jerami tanpa fermentasi	1	2133,8	688,5	719,2
	2	2383,8	828,5	463,5
	3	2158,8	613,5	535,6
Tanpa jerami	1	2158,5	628,5	573,1
	2	2433,8	633,5	741,9
	3	2446,2	763,5	541,9

Tabel 23. Uji Anava Kadar COD

	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Hari	14900636,7	2	7450318,361	10000007	,000
Perlakuan	2650951,639	3	883650,546	1445974	,000
Hari*perlakuan	1571135,278	6	261855,880	428491,4	,000
Error	14,667	24	,611		
Total	84989489,0	36			

Tabel 24. Uji Duncan Kadar COD

perlakuan		N	Tingkat Kepercayaan = 0,05		
			1	2	3
Duncan ^a	JTJ hari ke-14	3	672,7667	1581,4667 1656,4333	2225,3000 2229,6000 2251,0000 2346,1667
	TJ hari ke-14	3	618,9667		
	TJ hari ke-7	3	675,1667		
	JF hari ke-14	3	589,800		
	JTF hari ke-7	3	710,1667		
	JF hari ke-7	3	680,1667		
	K hari ke-7	3			
	K hari ke-14	3			
	JTF hari ke-0	3			
	K hari ke-0	3			
	JF hari ke-0	3			
	TJ hari ke-0	3			
Sig.			,094	,484	,306

Tabel 25. Uji Duncan (perlakuan) Kadar COD

	perlakuan	N	Tingkat Kepercayaan = 0,05			
			1	2	3	4
Duncan ^a	JF	9	1173,656			
	JTF	9		1202,745		
	TJ	9			1213,434	
	Kontrol	9				1822,5
	Sig		1,000	1,000	1,000	1,000

Tabel 26. Uji Duncan (hari) Kadar COD

	hari	N	Tingkat Kepercayaan = 0,05		
			1	2	3
Duncan ^a	Hari 14	12	884,492		
	Hari 7	12		911,742	
	Hari 0	12			2263,0168
	Sig		1,000	1,000	1,000

Lampiran 6. Analisis Varian dan Uji Duncan TSS Limbah Cair Binatu

Tabel 27. Raw Data Parameter TSS Selama 14 Hari

Jenis perlakuan	Ulangan	Hari ke-		
		0	7	14
Kontrol	1	70	64	79
	2	72	83	70
	3	79	58	64
Jerami dengan fermentasi	1	109	156	80
	2	81	262	72
	3	80	202	63
Jerami tanpa fermentasi	1	93	236	47
	2	81	316	49
	3	67	183	68
Tanpa jerami	1	78	230	95
	2	96	296	70
	3	86	352	106

Tabel 28. Uji Anava Kadar TSS

	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F	Sig.
hari	124795,500	2	62397,750	47794,021	,000
perlakuan	34204,750	3	11401,583	8733,128	,000
Hari*perlakuan	52619,167	6	8769,861	6717,340	,000
Error	31,333	24	1,306		
Total	720733,000	36			

Tabel 29. Uji Duncan Kadar TSS

perlakuan		N	Tingkat Kepercayaan = 0,05		
			1	2	3
Duncan ^a	JTF hari ke-14	3	74,6667		
	K hari ke-7	3	268,3333		
	K hari ke-14	3	71,0000		
	JF hari ke-14	3	61,6667		
	K hari ke-0	3	73,6667		
	JTF hari ke-0	3	80,3333		
	TJ hari ke-0	3	86,6667		
	JF hari ke-0	3	90,0000		
	TF hari ke-14	3	90,3333		
	JF hari ke-7	3		206,6667	
	JTF hari ke-7	3		246,6667	246,6667
	TJ hari ke-7	3			292,6667
	Sig.		,246	,135	,088

Tabel 30. Uji Duncan (perlakuan) Kadar TSS

	perlakuan	N	Tingkat Kepercayaan = 0,05			
			1	2	3	4
Duncan ^a	Kontrol	9	71			
	JF	9		122,778		
	JTF	9			130,556	
	TJ	9				156,565
	Sig		1,000	1,000	1,000	1,000

Tabel 31. Uji Duncan (hari) Kadar TSS

	hari	N	Tingkat Kepercayaan = 0,05		
			1	2	3
Duncan ^a	Hari 14	12	74,418		
	Hari 0	12		82,667	
	Hari 7	12			203,584
	Sig		1,000	1,000	1,000