

TANAMAN APU-APU DALAM MENURUNKAN KADAR LIMBAH RUMAH SAKIT

Arista Tia Gata¹⁾

Abstrak

Limbah rumah sakit adalah semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dalam bentuk padat, cair dan gas. Kandungan BOD, COD, dan amonia bebas dalam limbah cair rumah sakit mengandung bahan berbahaya yang dapat menimbulkan paparan /dampak terhadap lingkungan dan masyarakat yang mempunyai resiko dari hasil yang ditimbulkan serta usaha mengatasinya.

Penelitian eksperimen ini menggunakan rancangan *pretest-posttest control group* untuk melihat kemampuan tanaman apu-apu dengan variasi jumlah apu-apu, waktu kontak, dalam menurunkan BOD, COD, dan ammonia.

Hasil yang diperoleh efektivitas berat apu-apu terhadap penurunan BOD yaitu pada berat 1,5 kg dan lama waktu kontak efektif adalah pada hari ke-9, efektivitas berat apu-apu terhadap penurunan COD yaitu pada berat yang paling efektif adalah berat 1,5 kg dan lama waktu kontak efektif adalah pada hari ke-9, efektivitas berat apu-apu terhadap penurunan amoniak yaitu pada berat 1,5 kg dan lama waktu kontak yang efektif adalah pada hari ke-9.

Kata kunci : limbah rumah sakit, apu-apu

¹⁾Alumni Prodi D4 Kesehatan Lingkungan Poltekkes Tanjungkarang

PENDAHULUAN

Rumah sakit adalah instalasi pelayanan kesehatan bagi masyarakat dengan karakteristik tersendiri yang dipengaruhi oleh perkembangan ilmu pengetahuan kesehatan, kemajuan teknologi dan kehidupan sosial masyarakat yang harus tetap mampu meningkatkan pelayanan yang lebih bermutu dan terjangkau oleh masyarakat agar terwujudnya derajat kesehatan yang setinggi-tingginya. Sehingga dengan kebijakan legal yang mengharuskan pihak rumah sakit agar menyediakan pengolahan limbah yang dihasilkan dalam pelaksanaannya, rumah sakit menghasilkan limbah yang terdiri dari limbah padat, limbah gas, dan limbah cair baik dari limbah medis maupun limbah non-medis (Asmadi, 2013).

Limbah rumah sakit adalah semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dalam bentuk padat, cair dan gas. Air limbah rumah sakit mengandung polutan yang bersifat toksik, infeksius, bahkan radioaktif sehingga berpotensi menimbulkan dampak terhadap pencemaran lingkungan dan kesehatan masyarakat (Asmadi, 2013).

Kandungan BOD, COD, dan amonia bebas dalam limbah cair rumah sakit mengandung bahan berbahaya yang dapat menimbulkan paparan/dampak terhadap lingkungan dan

masyarakat yang mempunyai resiko dari hasil yang ditimbulkan serta usaha mengatasinya. Tumbuhan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) (Mart), *Solm*) dapat digunakan karena mempunyai daya regenerasi yang cepat, sangat peka terhadap keadaan yang unsur haranya di dalam air kurang mencukupi tetapi mempunyai respon terhadap konsentrasi unsur hara yang tinggi. Akar eceng gondok berupa serabut yang penuh dengan bulu akar, tudung akarnya berwarna merah. Bulu-bulu akar berfungsi sebagai pegangan atau jangkar, dan sebagian besar berguna untuk mengabsorpsi zat-zat makanan dalam air (Eames dan Daniel, 1947 dalam Nurhayati, 1989). Pemanfaatan tumbuhan eceng gondok pada pengolahan air limbah telah banyak dilakukan. Penelitian telah dilakukan untuk mengetahui kemampuan penyerapan eceng gondok terhadap ammonia yang terkandung dalam limbah cair rumah sakit berdasarkan umur dan lama kontak yang berbeda (Wolverton et al, 1986). Selain eceng gondok, ada tanaman lain yaitu tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*). Penelitian bertujuan menggunakan tanaman apu-apu untuk pengolahan limbah cair di rumah sakit. Tanaman apu-apu berfungsi sebagai pengikat unsur-unsur yang bersifat toksik atau beracun dari lingkungan sekitarnya dan sensitif terhadap

semua perubahan lingkungan baik secara fisik maupun kimia. Adapun metode yang dipakai adalah metode *fitoremediasi* yang menggunakan tumbuhan tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*). Sedangkan *fitoremediasi* suatu upaya untuk menghilangkan, mengekstrak, dan menurunkan kandungan berbahaya di dalam air dengan menggunakan tanaman air. Sehingga pada metode ini diharapkan pada air limbah rumah sakit memenuhi standar baku mutu air limbah dan tidak mencemari lingkungan sekitar.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan desain rancangan *pretest-posttest control group*, yaitu pengujian sebelum dan sesudah kelompok sampel dilakukan perlakuan. Penelitian ini meneliti kemampuan tanaman apu-apu dengan variasi jumlah apu-apu, waktu kontak, dalam menurunkan BOD, COD, dan ammonia. Jumlah apu-apu dan waktu kontak dibedakan menjadi apu-apu dengan waktu tinggal (control), 0,5 kg tanaman apu-apu dengan waktu kontak 3 hari, 6 hari, 9 hari. 1 kg tanaman apu-apu dengan waktu kontak 3 hari, 6 hari, 9 hari. 1,5 kg tanaman apu-apu dengan waktu kontak 3 hari, 6 hari, 9 hari.

Penelitian dilakukan pada bulan Mei sampai dengan bulan Juni 2017 bertempat di Rumah Sakit TK.IV 02.07.04/DKT, Kota Bandar Lampung. Sampel diambil di bagian outlet karena pada tahap sebelumnya terdapat pengolahan yang telah dilakukan, hanya saja hasil outlet yang dikeluarkan masih memiliki nilai di atas baku mutu yang sudah ditetapkan. Untuk jumlah variasi yang digunakan berjumlah 9 variasi. Pengulangan sebanyak 3 kali. Pemeriksaan parameter kimia (COD, ammonia bebas, BOD₅) dengan membandingkan pada Peraturan Gubernur No. 7 tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau kegiatan di Provinsi Lampung.

HASIL

1. Penurunan kadar BOD

Pada 0 hari, hari yang dianggap sebagai awal sebelum dilakukan perlakuan air limbah yang dimasukkan ke dalam setiap bak sebanyak 9 liter baik dalam bak perlakuan ataupun dalam bak control (bak tanpa tanaman apu-apu). Dan tanaman apu-apu sebagai objek yang digunakan

untuk melakukan penyerapan kadar BOD dalam air limbah ditanamkan sesuai dengan jumlah pada masing-masing bak yang digunakan. Penanaman ini disesuaikan beratnya (0,5 kg, 1 kg, dan 1,5 kg) bertujuan untuk melihat mana tanaman yang dapat menyerap paling banyak berdasarkan dengan lama waktu kontak (3 hari, 6 hari, dan 9 hari) tanaman dengan air limbah.

Penurunan BOD pada hari ke-0 baik bak kontrol hingga bak yang berisi tanaman memiliki nilai BOD yang tinggi. Lalu penurunan terjadi saat memasuki hari ke-3 hingga hari ke-9. Persentase penurunan terendah terjadi pada hari ke-3 dengan berat 0.5 kg yaitu 11,67 % dan penurunan tertinggi terjadi pada hari ke-9 dengan berat 1.5 kg yaitu 55,76 %. Dan jika dilihat dari tabel di atas dapat dinyatakan bahwa penurunan yang paling tinggi terjadi pada bak dengan berat tanaman apu-apu 1,5 kg dan lama hari 9 hari.

Tabel 1 menunjukkan hasil P-value 0.000 yang berarti $0.01 < 0.05$ sehingga dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan dalam kadar BOD dengan variasi berat tanaman 0, 0,5 kg, 1 kg, 1.5 kg. Pada kelompok kontrol 0 kg kadar minimum BOD 30.15 dan maksimum 45.60. Kadar BOD maksimum pada berat 1kg sebesar 42.80. Kadar BOD minimum pada berat 1,5 kg sebesar 12.65. Hasil dari uji Mann-Whitney dapat dilihat kelompok yang mempunyai perbedaan penurunan kadar BOD ($P < 0.05$) adalah 0 kg dan 0.5 kg, 0 kg dan 1 kg, 0 kg dan 1.5 kg. Pada hasil berat tanaman yang lain menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan dalam penurunan kadar penurunan BOD.

Berdasarkan waktu kontak menunjukkan nilai P-value 0.000 yang berarti $0.000 < 0.05$ sehingga dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan dalam kadar BOD dengan rentan waktu 0 hari, 3 hari, 6 hari, dan 9 hari. Kadar BOD maksimum pada hari ke-3 sebesar 45.60. Kadar BOD minimum pada hari ke-9 sebesar 12.65

Tabel 1 juga menunjukkan hasil dari uji *Mann-Whitney* dapat dilihat kelompok yang mempunyai perbedaan penurunan kadar BOD ($P < 0.05$) adalah waktu kontak 0 hari dan 3 hari, 0 hari dan 6 hari, 0 hari dan 9 hari, 3 hari dan 6 hari, 3 hari dan 9 hari, serta 6 hari dan 9 hari. Pada penurunan BOD ini yang efektif dalam menurunkan kadar BOD adalah pada hari yang ke 6 dengan nilai maksimum 40,45 dan nilai minimum adalah 20,25.

Tabel 1. Hasil uji berat tanaman dan lama waktu kontak dalam penurunan BOD

		N	Median (minimum-maksimum)	P	Chi-Square	DF
BOD	0 / control	36	39.05 (30.15-45.60)	0.01	16.84	3
	0.5 kg	12	29.95 (19.25-42.50)			
	1 kg	12	28.60 (16.95-42.80)			
	1.5 kg	12	31.65 (12.65-42.60)			
Uji Kruskal-wallis. Uji post-hoc Mann- whitney ; Berat tanaman 0 vs 0.5 kg (P) 0.008 < 0.05 Berat tanaman 0 vs 1 kg (P) 0.004 < 0.05 Berat tanaman 0 vs 1.5 kg (P) 0.004 < 0.05						
Hasil uji lama waktu kontak dengan penurunan BOD						
		N	Median (minimum-maksimum)	P	Chi-Square	DF
BOD	0 hari	18	42.60 (37.20-44.12)	0.000	39.246	3
	3 hari	18	37.55 (28.26-45.60)			
	6 hari	18	30.60 (20.25-40.42)			
	9 hari	18	27.17 (12.65-38.60)			
Uji Kruskal-wallis. Uji post-hoc Mann- whitney ; Lama waktu kontak 0 hari vs 3 vs 6 hari vs 9 hari (P) 0.005 < 0.05 Lama waktu kontak 3hari vs 6 hari vs 9 hari (P) 0.000 < 0.05 Lama waktu kontak 6 hari vs 9 hari (P) 0.000 < 0.05						

2. Penurunan kadar COD

Pada 0 hari, hari yang dianggap sebagai awal sebelum dilakukan perlakuan air limbah yang dimasukkan ke dalam setiap bak sebanyak 9 liter baik dalam bak perlakuan ataupun dalam bak control (bak tanpa tanaman apu-apu). Dan tanaman apu-apu sebagai objek yang digunakan untuk melakukan penyerapan COD dalam air limbah ditanamkan sesuai dengan jumlah pada masing-masing bak yang digunakan. Penanaman ini disesuaikan beratnya (0,5 kg, 1 kg, dan 1,5 kg) bertujuan untuk melihat mana tanaman yang dapat menyerap paling banyak berdasarkan dengan lama waktu kontak (3 hari, 6 hari, dan 9 hari) tanaman dengan air limbah.

Penurunan kadar COD berdasarkan perlakuan dan waktu kontak, pada hari ke-0 baik bak kontrol hingga bak yang berisi tanaman memiliki nilai COD yang tinggi. Lalu penurunan terjadi saat memasuki hari ke-3 hingga hari ke-9. Persentase penurunan terendah terjadi pada hari ke-3 dengan berat 0.5 kg yaitu 3.99% dan penurunan tertinggi terjadi pada hari ke-9 dengan berat 1.5 kg yaitu 61.82%. Dan jika dilihat dari tabel di atas dapat dinyatakan bahwa penurunan yang paling tinggi terjadi pada bak dengan berat tanaman apu-apu 1,5 kg dan lama hari 9 hari.

Tabel 2 menunjukkan hasil bahwa nilai P-value 0.005 yang berarti $0.005 < 0.05$ sehingga

dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan dalam kadar COD dengan variasi berat tanaman 0 kg, 0,5 kg, 1 kg, 1.5 kg. Pada kelompok kontrol 0 kg kadar minimum COD 80.00 dan maksimum 114.00. Kadar COD maksimum pada berat 1kg sebesar 110.00. Kadar COD minimum pada berat 1,5 kg sebesar 32.00. Hasil dari uji Mann-Whitney dapat dilihat kelompok yang mempunyai perbedaan penurunan kadar COD ($P < 0.05$) adalah 0 kg dan 0.5 kg, 0 kg dan 1 kg, 0 kg dan 1.5 kg. Pada hasil berat tanaman yang lain menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan dalam penurunan kadar COD.

Pada hasil uji waktu kontak, nilai P-value 0.000 yang berarti $0.000 < 0.05$ sehingga dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan dalam kadar COD dengan rentang waktu 0 hari, 3 hari, 6 hari, dan 9 hari. Kadar COD maksimum pada hari ke-3 sebesar 114.00. Kadar COD minimum pada hari ke-9 sebesar 32.00. Hasil dari uji Mann-Whitney dapat dilihat kelompok yang mempunyai perbedaan penurunan kadar COD ($P < 0.05$) adalah waktu kontak 0 hari dan 3 hari, 0 hari dan 6 hari, 0 hari dan 9 hari, dan 3 hari dan 9 hari. Pada hasil hari yang lain menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan dalam penurunan kadar COD.

Tabel 2. Hasil uji berat lama tanaman dan waktu kontak dalam penurunan COD

		n	Median (minimum-maksimum)	P	Chi-Square	DF
COD	0 kg/Control	36	98.00 (80.00-114.00)	0.005	21.335	3
	0.5 kg	12	84.00 (48.00-108.00)			
	1 kg	12	60.00 (38.00-110.00)			
	1.5 kg	12	54.00 (32.00-104.00)			
Uji Kruskal-wallis. Uji post-hoc Mann- whitney ;						
Berat tanaman 0 kg vs 0.5 kg (P) 0.003 < 0.05						
Berat tanaman 0 kg vs 1 kg (P) 0.002 < 0.05						
Berat tanaman 0 kg vs 1.5 kg (P) 0.000 < 0.05						
Hasil uji lama waktu kontak dengan penurunan COD						
		N	Median (minimum-maksimum)	P	Chi-Square	DF
COD	0 hari	18	106.00 (94.00-110.00)	0.000	31.964	3
	3 hari	18	90.00 (54.00-114.00)			
	6 hari	18	84.00 (40.00-108.00)			
	9 hari	18	75.00 (32.00-98.00)			
Uji Kruskal-wallis. Uji post-hoc Mann- whitney ;						
Lama waktu kontak 0 hari vs 3 hari (P) 0.003 < 0.05						
Lama waktu kontak 0 hari vs 6 hari (P) 0.000 < 0.05						
Lama waktu kontak 0 hari vs 9 hari (P) 0.000 < 0.05						
Lama waktu kontak 3 hari vs 9 hari (P) 0.011 < 0.05						

3. Penurunan kadar amonia

Pada 0 hari, hari yang dianggap sebagai awal sebelum dilakukan perlakuan air limbah yang dimasukkan ke dalam setiap bak sebanyak 9 liter baik dalam bak perlakuan ataupun dalam bak control (tanpa tanaman). Dan tanaman apu-apu sebagai objek yang digunakan untuk melakukan penyerapan kadar amonia dalam air limbah ditanamkan sesuai dengan jumlah pada masing-masing bak yang digunakan. Penanaman ini disesuaikan beratnya (0,5 kg, 1 kg, dan 1,5 kg) bertujuan untuk melihat mana tanaman yang dapat menyerap paling banyak berdasarkan dengan lama waktu kontak (3 hari, 6 hari, dan 9 hari) tanaman dengan air limbah. Penurunan kadar amoniak berdasarkan perlakuan dan waktu kontak, penurunan kadar amoniak pada hari ke-0 baik bak kontrol hingga bak yang berisi tanaman memiliki nilai amoniak yang tinggi. Lalu penurunan terjadi saat memasuki hari ke-3 hingga hari ke-9. Persentase penurunan terendah terjadi pada hari ke-3 dengan berat 0.5 kg yaitu 5,19 % dan penurunan tertinggi terjadi pada hari ke-9 dengan berat 1.5 kg yaitu 97,12 %. Dan jika dilihat dari tabel di atas dapat dinyatakan bahwa penurunan yang paling tinggi terjadi pada bak dengan berat tanaman apu-apu 1,5 kg dan lama hari 9 hari.

Tabel 3 menunjukkan hasil bahwa nilai P-value 0.00 yang berarti $0.00 < 0.05$ sehingga dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan dalam kadar amonia dengan variasi berat tanaman 0 kg, 0,5 kg, 1 kg, 1.5 kg. Pada kelompok kontrol 0 kg kadar minimum amoniak 5.00 dan maksimum 6.93. Kadar amoniak maksimum pada berat 0.5 kg sebesar 6.20. Kadar amoniak minimum pada berat 1,5 kg sebesar 0.15. Hasil dari uji Mann-Whitney dapat dilihat kelompok yang mempunyai perbedaan penurunan kadar amoniak ($P < 0.05$) adalah 0 kg dan 0.5 kg, 0 kg dan 1 kg, 0 kg dan 1.5 kg. Pada hasil berat tanaman yang lain menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan dalam penurunan kadar amoniak.

Pada hasil uji waktu kontak, diperoleh nilai P-value 0.001 yang berarti $0.000 < 0.05$ sehingga dapat diartikan bahwa terdapat perbedaan dalam kadar amoniak dengan rentang waktu 0 hari, 3 hari, 6 hari, dan 9 hari. Kadar amoniak maksimum pada hari ke-3 sebesar 6.95. Kadar amoniak minimum pada hari ke-9 sebesar 0.15. Hasil dari uji Mann-Whitney dapat dilihat kelompok yang mempunyai perbedaan penurunan kadar amoniak ($P < 0.05$) adalah waktu kontak 0 hari dan 3 hari, 0 hari dan 6 hari, 0 hari dan 9 hari. Pada hasil hari yang lain menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan dalam penurunan kadar amoniak.

Tabel 3. Hasil uji variasi berat tanaman dan lama waktu kontak dengan penurunan amoniak

		n	Median (minimum-maksimum)	P	Chi-Square	DF
amonia	Control	36	6.02 (5.00-6.93)	0.00	38.738	3
	0.5 kg	12	3.35 (0.50-6.20)			
	1 kg	12	2.20 (0.35-5.92)			
	1.5 kg	12	1.90 (0.15-5.70)			
Uji Kruskal-wallis. Uji post-hoc Mann- whitney ; Berat tanaman 0 kg vs 0.5 kg (P) 0.000 < 0.05 Berat tanaman 0 kg vs 1 kg (P) 0.000 < 0.05 Berat tanaman 0 kg vs 1.5 kg (P) 0.000 < 0.05						
Hasil uji lama waktu kontak dengan penurunan amoniak						
		n	Median (minimum-maksimum)	P	Chi-Square	DF
Amonia	0 hari	18	5.99 (5.30-6.93)	0.001	16.864	3
	3 hari	18	4.98 (1.95-6.95)			
	6 hari	18	4.32 (0.75-6.64)			
	9 hari	18	3.30 (0.15-6.40)			
Uji Kruskal-wallis. Uji post-hoc Mann- whitney ; Lama waktu kontak 0 hari vs 3 hari (P) 0.000 < 0.05 Lama waktu kontak 0 hari vs 6 hari (P) 0.017 < 0.05 Lama waktu kontak 0 hari vs 9 hari (P) 0.000 < 0.05						

4. Penurunan pH

Perubahan pH pada air limbah cair rumah sakit DKT menandakan bahwa sudah terjadi aktivitas mikroorganisme yang merubah bahan-bahan organik dalam air limbah. Rata-rata pH yang diberikan perlakuan menggunakan apu-apu dan waktu kontak akan berubah pada hari ke 3 perlakuan termasuk kontrol. Pada hari ke 6, dan hari ke 9 perlakuan terjadi perubahan pH tetapi tidak mengalami penurunan yang berarti, kecuali pada perlakuan kontrol.

Kenaikan maupun penurunan nilai pH yang terjadi selama proses fitoremediasi disebabkan aktivitas biokimia mikroorganisme yang terdapat pada limbah cair rumah sakit DKT dan akar tumbuhan apu-apu selama perlakuan. Tumbuhan apu-apu mampu hidup dalam tingkat keasaman 4,5 hingga 10. Namun, pH optimum untuk pertumbuhan eceng gondok yaitu kisaran pH 7 hingga 7,5.

PEMBAHASAN

Penelitian ini mengamati factor yang dapat mempengaruhi kadar BOD, COD dan amoniak dalam pengolahan limbah Rumah Sakit TK IV 02.07.04 / DKT dengan menggunakan variable lama waktu kontak dan variasi berat tanaman apu-apu. Dalam penelitian ini tanaman apu-apu yang telah diaklimatisasi ditanam pada air dengan variasi berat 0.5 kg, 1 kg, dan 1.5 kg dengan lama waktu kontak 3 hari, 6 hari, dan 9 hari. BOD (*Biology Oxyge Demand*) adalah banyaknya oksigen dalam mg/L yang

dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik dalam kondisi aerobic. COD (*Chemical Oxyge Demand*) sama seperti BOD yaitu jumlah oksigen yang digunakan untuk menguraikan seluruh bahan organik yang terkandung di dalam air melalui proses kimiawi. Angka BOD dan COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik, yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologi dan mengakibatkan kurangnya kadar DO (*Disolved Oxygen*) dalam air. Sedangkan amoniak adalah gas tak berwarna dengan bau khas yang menyengat. Amoniak biasa banyak terkandung dalam limbah cair. Limbah cair yang mengandung amonia sampai 1000 mg/L sampai 250 mg /L yang dapat menimbulkan resiko gangguan pada biota air yang hidup di badan air.

1. Penurunan BOD

Nilai BOD pengukuran pada limbah cair rumah sakit TK IV 02.07.04 mengalami penurunan berdasarkan berat tanaman dengan waktu. Selama penelitian dari waktu 0 hari (control) sampai dengan hari ke-9, kadar BOD terkadang naik ataupun bahkan turun. Perubahan nilai BOD pada limbah cair rumah sakit DKT selama proses fitoremediasi terjadi akibat aktivitas biokimia mikroorganisme yang terdapat dalam limbah cair rumah sakit DKT yang terjadi pada bagian akar tanaman apu-apu. BOD yang terserap oleh akar kemudian

mengalami translokasi di dalam tumbuhan dan dilokasikan pada jaringannya. Pada setiap perlakuan dengan waktu kontak, tanaman apu-apu dilakukan aklimitasi yang dilakukan pada air bersih selama kurang lebih 3 hari untuk menyesuaikan tumbuhan dengan lingkungan yang baru. (Puspita,2011).

Pada tabel 1 menunjukkan bahwa nilai yang paling banyak menyerap kadar BOD adalah pada waktu 9 hari dengan berat tanaman apu-apu 1.5 kg dengan penurunan sebesar 55,76% yang dilihat dari hari ke-3 sampai hari ke-9. Kenaikan efisiensi penurunan BOD pada masing-masing bak dari hasil ke-3 sampai ke-9 disebabkan oleh konsentrasi BOD yang diasosiasikan dengan padatan tersuspensi yang dapat mengendap lebih banyak daripada yang dapat terlarut. Karena ini 80% dari BOD terdiri dari padatan terlarut (tersuspensi), padatan tersuspensi dapat dibagi menjadi padatan yang tersuspensi dan padatan yang tidak tersuspensi. Pada umumnya 60% dari padatan tersuspensi di dalam air limbah adalah padatan yang mengendap. Penyisihan fisik dari BOD terjadi dari proses pengendapan dan penangkapan material partikulat. BOD terlarut disisihkan oleh pertumbuhan pada permukaan air limbah yang menempel pada akar dan penetrasi rhizoma. (Pinton,2001). Mikroorganisme memegang peranan penting dalam penghilangan bahan organik yang proses penguraian membutuhkan oksigen. Oksigen tersebut mengalir ke akar melalui batang yang berdifusi dengan atmosfer melalui pori-pori daun. (Vymazal,2008). Sehingga pada air limbah yang ditanam dengan tanaman apu-apu akan mengalami penurunan kadar BODnya.

Hasil penelitian ini Berdasarkan uji Mann-whitney dapat disimpulkan bahwa berat yang efektif dalam menurunkan kadar BOD air limbah Rumah Sakit terdapat air limbah tahu terdapat pada berat 1.5 kg dengan kadar BOD sebesar 12.65, hal ini dikarenakan pada berat ini sudah mampu menurunkan hingga dibawah baku mutu Menurut Peraturan Gubernur Lampung No.7 tahun 20010 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit, yang menyatakan bahwa batas baku mutu BOD adalah 30 mg/L. Sedangkan pada kelompok yang lain tidak ada perbedaan kadar BOD.

Untuk mengetahui keefektifan lama waktu kontak dalam menurunkan kadar BOD dapat dilihat pada Tabel 4.6 Dengan uji Mann-whitney kelompok yang mempunyai perbedaan kadar BOD ($P < 0,05$) adalah dari hari ke-0 dan

hari ke-3 dan hari ke-6 dan hari ke-9, dari hari ke-3 dan 6 hari dan 9 hari, serta dari hari ke-6 dan hari ke-9. Hasil penelitian ini Berdasarkan uji Mann-whitney dapat disimpulkan bahwa lama waktu yang efektif dalam menurunkan kadar BOD air limbah Rumah Sakit terdapat air limbah tahu terdapat pada hari ke 9 dengan kadar BOD sebesar 12.65, hal ini dikarenakan pada lama waktu kontak ini sudah mampu menurunkan hingga dibawah baku mutu Menurut Peraturan Gubernur Lampung No.7 tahun 20010 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit, yang menyatakan bahwa batas baku mutu BOD adalah 30 mg/L. Semakin lama waktu kontak tanaman dengan air limbah semakin baik dalam penurunan kadar BOD.

2. Penurunan COD

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tabel 2, pada pengamatan hari ke-0 menuju hari ke-3 sampai hari ke-9 dengan berat masing-masing 0,5 kg, 1 kg, dan 1,5 kg, mengalami penurunan COD pada masing-masing bak yang digunakan untuk perlakuan. Penurunan yang paling tinggi adalah pada hari ke-9 dengan berat 1,5 kg sebesar 61,82%. Hal ini disebabkan oleh akar tanaman apu-apu telah tumbuh dan dapat menyebar dengan baik karena telah melakukan aklimitasi yang cukup sehingga penurunan COD pada semua bak mengalami kenaikan yang cukup besar. Bahan organik didegradasi oleh mikroorganisme yang tumbuh pada permukaan air limbah dan menempel pada akar tanaman, serta penetrasi rhizoma pada air limbah(Pinton,2001). Akar tanaman yang semakin banyak karena pertumbuhannya semakin lama akan meningkatkan suplai oksigen. Sehingga memperluas zone rizosfer dan mampu memperluas lekat mikroorganisme yang berperan dalam penguraian padatan (Gregory,2006). Oleh sebab itu, semakin lamanya waktu yang digunakan semakin baik juga tanaman apu-apu meningkatkan suplai oksigen yang dibutuhkan oleh air limbah tersebut dan memperkecil kadar COD dalam air limbah.

Hasil penelitian ini Berdasarkan uji Mann-whitney dapat disimpulkan bahwa berat yang efektif dalam menurunkan kadar COD air limbah Rumah Sakit terdapat air limbah tahu terdapat pada berat 1,5 kg dengan kadar COD sebesar 32.00, hal ini dikarenakan pada berat ini sudah mampu menurunkan hingga dibawah baku mutu Menurut Peraturan Gubernur

Lampung No.7 tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit, yang menyatakan bahwa batas baku mutu COD adalah 80 mg/L. Sedangkan pada kelompok yang lain tidak ada perbedaan kadar COD. Untuk mengetahui lama waktu kontak dalam menurunkan kadar COD dapat dilihat pada Tabel 4.8 Dengan uji Mann-whitney kelompok yang mempunyai perbedaan kadar COD ($P < 0,05$) adalah dari hari ke-0 dan hari ke-3 dan hari ke-6 dan hari ke-9, dari hari ke-3 dan 6 hari dan 9 hari, serta dari hari ke-6 dan hari ke-9., lalu dari hari ke-3 dan hari ke-9.

Hasil penelitian ini Berdasarkan uji Mann-whitney dapat disimpulkan bahwa lama waktu yang efektif dalam menurunkan kadar COD air limbah Rumah Sakit terdapat air limbah tahu terdapat pada hari ke 9 dengan kadar COD sebesar 32.00, hal ini dikarenakan pada lama waktu kontak ini sudah mampu menurunkan hingga dibawah baku mutu Menurut Peraturan Gubernur Lampung No.7 tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit, yang menyatakan bahwa batas baku mutu COD adalah 80 mg/L. Semakin lama waktu kontak tanaman dengan air limbah semakin baik dalam penurunan kadar COD.

3. Penurunan Amoniak

Berdasarkan hasil penelitian, yang telah dilakukan (tabel 3) pada pengamatan hari ke-0 menuju hari ke-3 sampai hari ke-9 mengalami penurunan amoniak pada masing-masing bak yang digunakan untuk perlakuan. Peraturan Gubernur Lampung No.7 tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit, ini adalah peraturan yang dipakai dalam Rumah Sakit TK IV 02.07.04 / DKT. Dengan batas baku mutu yang diperbolehkan 0,1 mg/L. Penurunan yang paling tinggi adalah pada hari ke-9 dengan berat 1,5 kg sebesar 97.12%. Dalam hal ini dapat dilihat jumlah tanaman apu-apu yang digunakan, semakin banyak tanaman semakin baik dalam penurunan kadar amonia. Selain itu, tanaman apu-apu dapat tumbuh subur dengan adanya amonia, karena amonia merupakan asupan makanan untuk tanaman apu-apu. Selain itu tanaman ini memiliki masa optimal dalam menurunkan kadar amonia dalam air. (Liani, 2004), karena pada hari ke-9 tanaman ini mencapai puncaknya untuk melakukan penyerapan. Tanaman ini juga memiliki masa jenuh dalam menyerap. Sehingga pada hari ke-10-15 tanaman ini ada mulai melipat gandakan populasinya, dan bila semakin banyak tanaman apu-apu yang tumbuh

maka semakin sulit juga tanaman menyerap kandungan yang berada dalam air limbah.

Hasil penelitian ini Berdasarkan uji Mann-whitney dapat disimpulkan bahwa berat yang efektif dalam menurunkan kadar amoniak air limbah Rumah Sakit terdapat pada berat 1.5 kg dengan kadar amoniak sebesar 0.015, hal ini dikarenakan pada berat ini sudah mampu menurunkan hingga mendekati baku mutu Menurut Peraturan Gubernur Lampung No.7 tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit, yang menyatakan bahwa batas baku mutu amoniak adalah 0,1 mg/L. Sedangkan pada kelompok yang lain tidak ada perbedaan kadar amoniak.

Hasil penelitian ini Berdasarkan uji Mann-whitney dapat disimpulkan bahwa lama waktu yang efektif dalam menurunkan kadar amoniak air limbah Rumah Sakit terdapat air limbah tahu terdapat pada hari ke 9 dengan kadar amoniak sebesar 0.15, hal ini dikarenakan pada lama waktu kontak ini sudah mampu menurunkan hingga mendekati batas baku mutu Menurut Peraturan Gubernur Lampung No.7 tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit, yang menyatakan bahwa batas baku mutu amoniak adalah 0,1 mg/L. Semakin lama waktu kontak tanaman dengan air limbah semakin baik dalam penurunan kadar amoniak.

4. Penurunan pH

Nilai pH hasil pengukuran pada limbah cair rumah sakit menunjukkan bahwa netral. Dari hasil yang dapat dilihat dari tabel 4.4 menunjukkan bahwa pH mengalami penurunan, walaupun penurunan tersebut hanya berkisar dari 0,1 sampai 0,3 dalam lama waktu 3 ahri, 6 hari dan 9 hari dengan tanaman apu-apu 0,5 kg, 1 kg, dan 1,5 kg. Perubahan nilai pH selama proses fitoremediasi terjadi karena terjadi akibat aktivitas biokimia mikroorganisme yang terdapat dalam air limbah dan akar tanaman apu-apu. Mikroorganisme tersebut akan mendegradasi deterjen menjadi senyawa yang sederhana yaitu asam amino dan asam lemak (asam organik). Dengan terbentuknya asam organik hasil pemecahan protein dan lemak, maka derajat keasaman akan terus menurun mendekati pH netral. Nilai pH erat kaitannya dengan nilai karbondioksida, semakin tinggi nilai karbondioksida di dalam air limbah maka nilai pH juga akan semakin rendah.

Tanaman apu-apu mampu bertahan hidup dari pH 4,5 sampai dengan 10. Tetapi suhu optimal untuk pertumbuhan tanaman apu-apu

adalah pH 6 sampai dengan 8. Pada pH yang rendah pertumbuhan tumbuhan tanaman akan terhambat, hal tersebut terjadi akibat rendahnya ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Bila pH air lebih rendah dari 4,0 pada umumnya akan terjadi kenaikan Al^{3+} . Hal tersebut akan berdampak secara fisik yaitu merusak sistem perakaran, terutama akar-akar muda, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi terhambat. Konsentrasi Aluminium yang tinggi memungkinkan terjadinya ikatan terhadap fosfor dalam bentuk aluminium fosfat. P yang terikat oleh aluminium tidak dapat digunakan oleh tanaman, sehingga penyerapan fosfat terhambat.

Tanaman yang ditanam pada pH rendah biasanya juga menunjukkan klorosis atau pelepasan klorofil sehingga daun tumbuhan berwarna pucat. Kondisi pH cukup mempengaruhi kemampuan tumbuhan menyerap zat pencemar. Sehingga dari hari 3, 6, dan 9 pertumbuhan tanaman terjadi terus menurun. Dengan penurunan kadar pH yang tidak banyak, dan masih masuk ke dalam batas netral.

KESIMPULAN

1. Perbedaan dan efektivitas berat apu-apu terhadap penurunan BOD yaitu pada berat 1,5 kg dan lama waktu kontak efektif adalah pada hari ke-9.
2. Perbedaan dan efektivitas berat apu-apu terhadap penurunan COD yaitu pada berat yang paling efektif adalah berat 1,5 kg dan lama waktu kontak efektif adalah pada hari ke-9.
3. Perbedaan dan efektivitas berat apu-apu terhadap penurunan amoniak yaitu pada berat 1,5 kg dan lama waktu kontak yang efektif adalah pada hari ke-9.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmadi, 2013. *Pengelolaan Limbah Medis Rumah Sakit*. Yogyakarta : Gosyen Publishing.136 halaman
- Abadi, A.L., 2010. Ilmu Tumbuhan. Bayu Media Publishing : Malang
- Dharmono,2007. Perpustakaan Sekolah. PT.Tira Pustaka : Jakarta

- Forestier,H. 2007. Prasejarah Kepulauan Indonesia. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta
- Kumar. R. 2008. Review Of Plants. John Press : Toronto
- Landprotection,2006. In Asive Plants. Century Crafts : New York
- Langeland, G. 2008. Code For Practice For Powdered Formula For Plants. PT.Gramedia Pustaka Utama : Jakarta
- Matthews,I.G. 2003. The Island. 2nd. Island Press : Washington
- Robert,R. 2008. Buku Pintar. Media Of Indonesia : Jakarta
- Hastono; Sabri, Luknis,2010, *Statistik kesehatan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo.208 halaman
- Riwidikko,Handoko,2010, *Statistik Kesehatan*;Dagaran Bangunharjo; Yogyakarta; 162
- 1204/MenKes/SK/IX/2004 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit. Jakarta
- Suci, Handayani, 2005, *Fitoremediasi Dengan Eceng Gondok*, Jakarta.
- Sujaweni V. Wiratna. 2015. *Statistika Untuk Kesehatan*. Yogyakarta. Gava Media
- Utomo., 2011.*Instalasi Pengolahan Air Limbah di Rumah Sakit DKT* . Bandar Lampung
- Siregar, Sakti.A., 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta : Kanisius.111 halaman
- Sugiharto.1987.*Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta : Universitas Indonesia. 190 halaman.
- Peraturan Gubernur Lampung Tahun 2010 Tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit.
- Vymazal,J., 2008. *Waterwate Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal sub-Surface Flow*. ICzech Republic: Springer.
- UU No.32 tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Puspita, dkk., 2011. *Kemampuan Tumbuhan Air sebagai Agen Fitoremediasi Logam Berat Kromium yang terdapat pada limbah cair Industri batik*. *Jurnal berkala perikanan Terubuk*.