

Efisiensi Dekonsentrasi Amonium pada Lindi Artifisial terhadap Laju Pertumbuhan Relatif *Scirpus grossus*

Anggi P.S. Achmadi, Alia Damayanti, dan Sarwoko Mangkoedihardjo

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

E-mail: sarwoko@enviro.its.ac.id

Abstrak — *Scirpus grossus* dalam sistem *reed bed evapotranspiration* dapat menyisihkan amonium rata-rata sebesar 95% dalam 20 hari. Larutan glukosa dan asam laktat tidak berpengaruh dalam efisiensi penyisihan amonium, karena keduanya memiliki nilai yang sama, namun larutan sumber karbon ini berpengaruh pada rasio BOD/COD. Berdasarkan hasil penelitian, rasio BOD/COD dapat ditingkatkan dengan menambahkan larutan glukosa apabila konsentrasi amonium 1000 mg/l, namun apabila konsentrasi amonium diatas 1000 mg/l dapat menambahkan larutan asam laktat untuk meningkatkan rasio BOD/COD. Laju pertumbuhan relatif *Scirpus grossus* selama 20 hari paling tinggi dari hasil penelitian adalah sebesar 0,18 per hari dan 0,13 per hari dari berat awal *Scirpus grossus* dengan konsentrasi amonium sebesar 1000 mg/l. Hal ini menandakan bahwa *Scirpus grossus* lebih efisien dalam menyisihkan amonium dengan konsentrasi amonium sebesar 1000 mg/l dibandingkan konsentrasi diatasnya.

Kata Kunci— Amonium, *Scirpus grossus*, Lindi artifisial.

I. PENDAHULUAN

Fitoremediasi adalah salah satu teknik pengolahan lindi dengan memanfaatkan tumbuhan untuk mengurangi zat pencemar di dalamnya. Fitoremediasi adalah teknologi dengan biaya yang murah dan ramah lingkungan. Kelebihan Fitoremediasi lainnya adalah mempunyai nilai estetika dan efektif dalam mereduksi zat pencemar. Teknik Fitoremediasi dalam membersihkan area yang terkontaminasi dengan zat pencemar dapat diterapkan dalam jangka waktu yang lama [1].

Zat pencemar dalam lindi yang akan dikurangi pada penelitian ini adalah kandungan amonium (NH_4^+). Kandungan amonium yang tinggi dalam air lindi, akan berpotensi mencemari badan air dan air tanah apabila tidak dilakukan pengolahan yang tepat. Pada penelitian ini akan digunakan fitoremediasi lindi menggunakan sistem *reed bed evapotranspiration* dengan tumbuhan *Scirpus grossus* untuk mengurangi konsensentrasi amonium. Tumbuhan ini memiliki kemampuan untuk menyerap kontaminan dari lingkungan tumbuhnya [2]

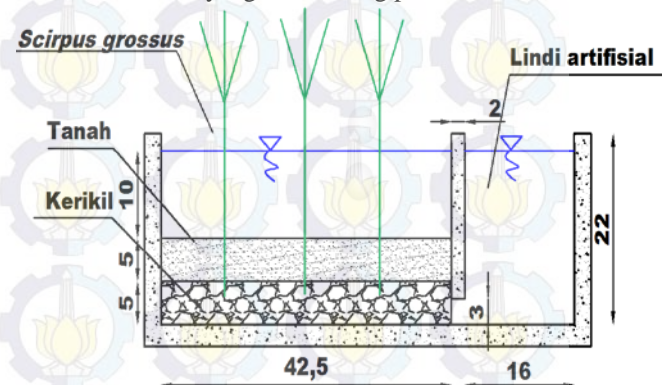
Lindi yang akan digunakan pada penelitian ini adalah lindi artifisial. Lindi artifisial adalah lindi buatan, dimana akan dibuat larutan amonium (NH_4^+) yang dicampur dengan larutan sumber karbon. Larutan lindi artifisial ini setelah dibuat akan disimpan sebagai larutan stok lindi [3]. Larutan sumber karbon dalam lindi artifisial berfungsi sebagai makanan bagi mikroorganisme dalam tanah agar dapat meningkatkan proses penguraian senyawa nutrien dalam tanah [4].

II. METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium dan *green house* dengan tahapan penelitian seperti di bawah ini.

A. Persiapan Alat dan Bahan

Langkah awal dalam penelitian ini menyiapkan alat-alat dan bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian. Alat-alat yang dipersiapkan adalah bak plastik 60L untuk aklimatisasi, ember 30L untuk *range finding test*, reaktor uji fitoremediasi bersifat *batch* berukuran 60,5x23x22 berbahan semen kedap air, serta alat-lain yang mendukung penelitian.



Keterangan : Satuan dalam cm (*centimeter*)

Gambar 1. Sketsa reaktor uji fitoremediasi

Bahan-bahan yang digunakan adalah bahan kimia dalam pembuatan lindi artifisial (NH_4Cl , glukosa, dan asam laktat), tumbuhan *Scirpus grossus*, kerikil, pasir, dan bahan-bahan lain yang diperlukan dalam analisis.

B. Aklimatisasi dan *range finding test*

Tahap aklimatisasi adalah tahap awal penelitian yang bertujuan agar tumbuhan yang diuji dapat beradaptasi dengan media tanam dan kondisi lingkungan yang baru. Tumbuhan *Scirpus grossus* yang digunakan berasal dari lahan bekas tambak di Surabaya. Tumbuhan diaklimatisasi sampai dengan tumbuh tunas. Tahap aklimatisasi beralngsung sampai dengan 2 (dua) bulan. Tumbuhan yang akan digunakan pada tahap *range finding test* dan tahap uji fitoremediasi adalah tumbuhan aklimatisasi yang memiliki panjang $\pm 40\text{cm}$ mulai akar sampai dengan bagian paling atas tumbuhan.

Tahap *range finding test* bertujuan untuk menentukan rentang konsentrasi amonium yang akan digunakan untuk membuat lindi artifisial, dimana rentang konsentrasi tersebut

tidak membuat tumbuhan *Scirpus grossus* mati. Larutan mengandung amonium yang digunakan pada *tahap range finding test* dan yang akan digunakan untuk membuat lindi artifisial adalah NH_4Cl (amonium klorida). Bahan ini dipilih karena merupakan senyawa garam yang apabila dilarutkan dalam air akan mudah terionisasi. Konsentrasi amonium yang digunakan adalah 1000 mg/l, 1200 mg/l, 1400 mg/l, 1600 mg/l, 1800 mg/l, dan 2000 mg/l. Jumlah tumbuhan yang digunakan dalam tahap ini adalah 3 (tiga) tumbuhan *Scirpus grossus*. Media yang digunakan adalah kerikil dan tanah sesuai dengan media yang akan digunakan pada tahap uji fitoremediasi. Tahap *range finding test* berlangsung selama 4 (empat) hari menghasilkan bahwa terdapat 1 (satu) tumbuhan mati pada setiap reaktor dengan konsentrasi amonium 1600 mg/l, 1800 mg/l, dan 2000 mg/l, untuk itu maka uji fitoremediasi menggunakan amonium dengan konsentrasi 1000 mg/l, 1200 mg/l, dan 1400 mg/l.

C. Pelaksanaan uji fitoremediasi

Pelaksanaan uji fitoremediasi menggunakan variasi konsentrasi amonium dan larutan sumber karbon glukosa dan asam laktat, sehingga terdapat variasi amonium 1000 mg/l, 1200 mg/l dan 1400 mg/l dengan larutan glukosa dan amonium 1000 mg/l, 1200 mg/l, 1400 mg/l dengan larutan asam laktat. Pada masing-masing reaktor uji fitoremediasi ditanam 9 (sembilan) tumbuhan *Scirpus grossus*, dimana setiap 4 (empat) hari sekali diambil satu tumbuhan pada masing-masing reaktor untuk dianalisis panjang dan berat kering tumbuhan. Sketsa reaktor dapat dilihat pada gambar 1. Pelaksanaan uji fitoremediasi dilakukan di *green house* jurusan Teknik Lingkungan ITS.

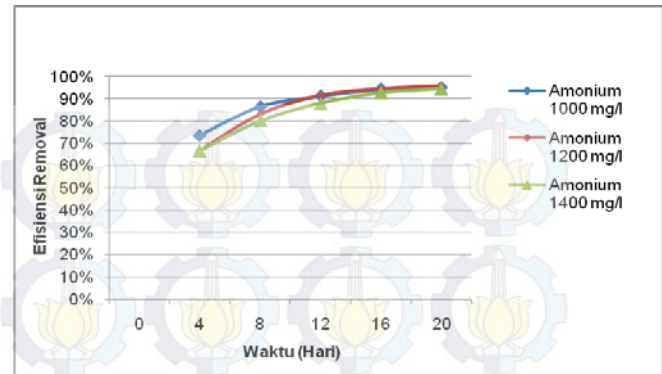
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Efisiensi *removal* amonium

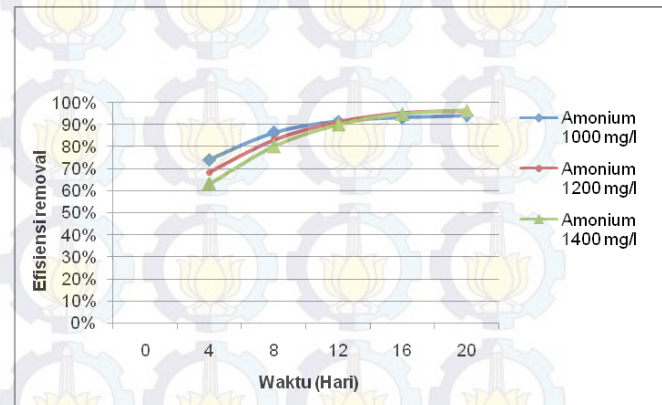
Konsentrasi amonium yang digunakan untuk uji fitoremediasi adalah sesuai dengan hasil *range finding test* yaitu dipilih konsentrasi amonium 1000mg/l, 1200mg/l, dan 1400 mg/l. Efisiensi penurunan konsentrasi amonium selang 4 (empat) hari selama 20 (dua puluh) hari dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Gambar 2 merupakan efisiensi *removal* amonium dengan larutan glukosa, sedangkan Gambar 3 adalah efisiensi *removal* amonium dengan larutan asam laktat. Kedua grafik tersebut menunjukkan bahwa efisiensi *removal* amonium dari hari ke-0 (nol) sampai dengan hari ke 20 (dua puluh) menunjukkan kenaikan. *Removal* amonium berada pada angka antara 60% -100%.

Kenaikan efisiensi *removal* amonium baik pada larutan glukosa dan asam laktat disebabkan karena penyerapan oleh tumbuhan *Scirpus grossus* dan sistem kerja reaktor *reed bed evapotranspiration*. Pada hari ke-16 dan hari ke-20 menunjukkan bahwa efisiensi *removal*/penyisihan amonium mulai stabil. Hal tersebut menandakan besarnya kemampuan dari *Scirpus grossus* dalam reaktor *reed bed evapotranspiration* selama 20 hari adalah rata-rata 95%-96% baik pada reaktor dengan menggunakan larutan glukosa maupun menggunakan larutan asam laktat.



Gambar 2. Efisiensi *Removal*/Penyisihan Amonium pada Reaktor Larutan Glukosa



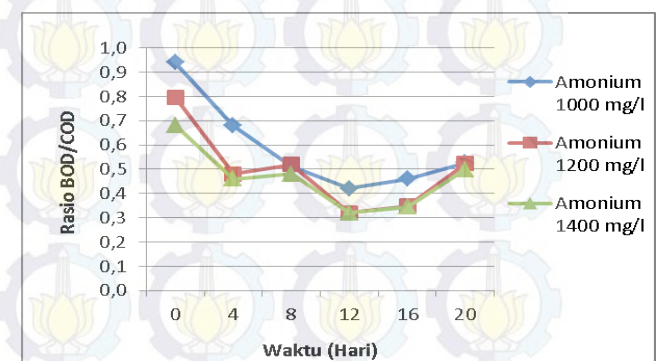
Gambar 3. Efisiensi *Removal*/Penyisihan Amonium pada Reaktor Larutan Asam Laktat

Keadaan tumbuhan semakin lama semakin menunjukkan kualitas fisik yang menurun, karena daun-daunya mulai layu dan kering. Sesuai pada pembahasan sebelumnya bahwa efisiensi *removal* amonium mulai stabil pada hari ke-16 dan hari ke-20, hal ini dikarenakan tumbuhan *Scirpus grossus* mulai jenuh dan tingginya konsentrasi amonium yang telah diserap dan terakumulasi di tumbuhan *Scirpus grossus*.

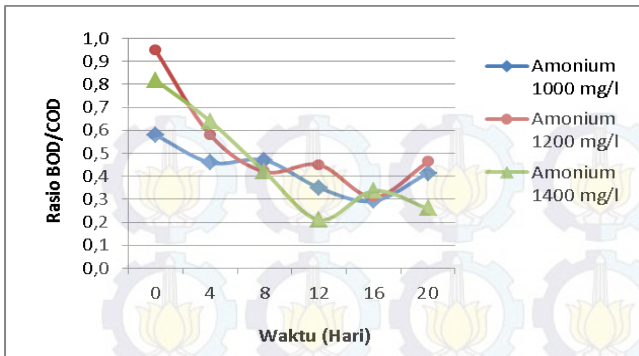
B. Rasio BOD/COD

Hasil rasio BOD/COD pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan masing-masing rasio BOD/COD dengan larutan glukosa dan amonium.

Berdasarkan Gambar 4, rasio BOD/COD berada pada rentang diantara 0,3-1, hal ini menandakan bahwa kondisi lindi artifisial pada reaktor uji dengan larutan glukosa adalah biodegradabel, namun rasio BOD/COD fluktuatif.



Gambar 4. Rasio BOD/COD pada Reaktor Larutan Glukosa



Gambar 5. Rasio BOD/COD pada Reaktor Larutan Asam Laktat

Kondisi rasio BOD/COD pada reaktor larutan asam laktat juga biodegradabel karena walaupun fluktuatif, namun berada pada rentang 0,2-1. Rasio BOD/COD pada amonium 1400 mg/l turun hingga 0,2 pada hari ke-12, naik pada hari ke-16, dan turun kembali pada hari ke-20. Hal ini berbeda dengan kondisi rasio BOD/COD pada konsentrasi amonium 1000 mg/l dan 1200 mg/l yang naik pada hari ke-20. Adanya pembusukkan dari daun kering yang jatuh ke media mengurangi jumlah oksigen yang terlarut pada lindi, sehingga bahan organik yang seharusnya turun menjadi naik [5]. Hal ini terlihat terdapat daun *Scirpus grossus* yang mengering dan jatuh pada media. Tumbuhan meningkatkan kerja mikroorganisme yang ada di media, sebab tumbuhan mengeluarkan eksudat dan oksigen dari akar. Bahan organik dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa lebih sederhana yang selanjutnya dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrient, sedangkan sistem perakaran tumbuhan air menghasilkan oksigen yang dapat digunakan sebagai sumber energi untuk proses metabolis mikroorganisme [6].

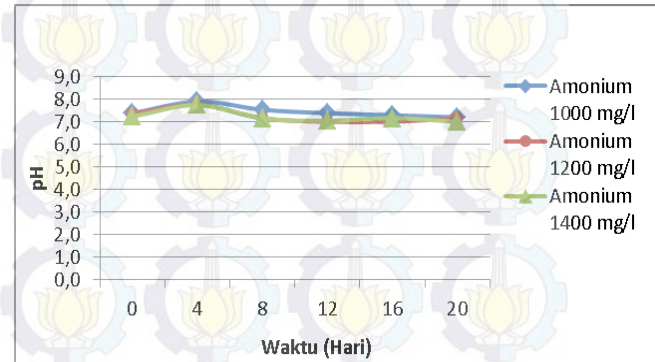
Penambahan glukosa dan asam laktat akan meningkatkan nilai rasio BOD/COD, karena dengan penambahan glukosa dan asam laktat akan menambah bahan organik dalam lindi artifisial, sehingga lindi menjadi lebih biodegradabel. Glukosa memiliki *free glukosa energy* dimana lebih spontan dari sumber energi yang dimiliki oleh asam laktat sehingga rasio BOD/COD glukosa memiliki nilai lebih tinggi dibanding rasio BOD/COD asam laktat.

Rasio BOD/COD baik menggunakan glukosa maupun asam laktat tidak berpengaruh terhadap efisiensi removal amonium (Gambar 2 dan Gambar 3) karena kedua reaktor tersebut memiliki efisiensi penyisihan amonium yang sama. Hal ini menandakan bahwa jenis sumber karbon tidak mempengaruhi penyisihan amonium dalam reaktor *Reed Bed Evapotranspiration*, namun dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5 dengan konsentrasi amonium di atas 1000 mg/l dapat menambahkan asam laktat agar rasio BOD/COD naik, sebaliknya apabila konsentrasi amonium rendah maka dapat menambahkan larutan Glukosa agar rasio BOD/COD naik.

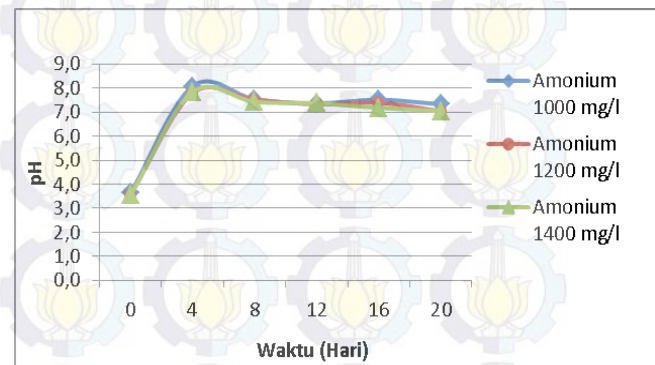
C. pH dan Suhu

pH menunjukkan derajat asam basa suatu larutan. Pengolahan biologis akan berjalan baik pada rentang pH 6-8, yakni mendekati netral. Mikroorganisme dapat hidup dan berkembang biak pada rentang pH 6,5 - 7,5 dan suhu 25°C – 35°C [7]. Turunnya naiknya pH disebabkan karena tumbuhan mengambil ion H⁺ dan OH⁻. Pada gambar 7 yaitu reaktor amonium-asam laktat pH dari angka 3,5 pada hari ke-0 naik menjadi pH ±8, kemudian turun menjadi ±7 dan

mulai stabil sampai hari ke-20. Naiknya pH pada reaktor menggunakan asam laktat ini pada hari ke-4 karena larutan asam laktat dalam air akan terionisasi menghasilkan H⁺, ion H⁺ akan dimanfaatkan oleh tumbuhan, mikroorganisme, dan akan berikatan dengan O₂ terlarut yang berada dalam reaktor yang dikeluarkan oleh tumbuhan melalui akar, sehingga berikatan dengan OH⁻ yang terdapat dalam air lindi artifisial membentuk suasana kembali netral.

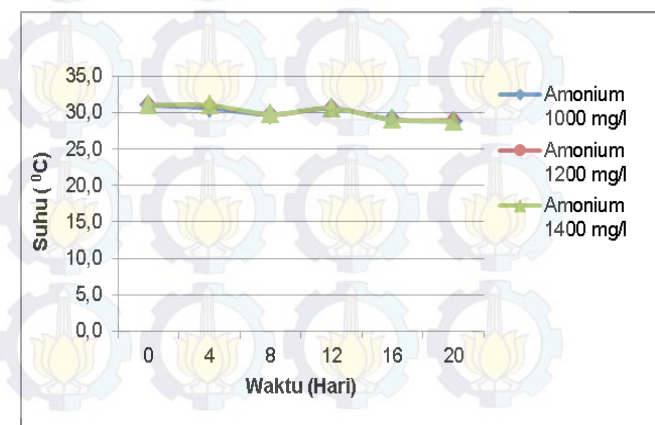


Gambar 6. pH pada Reaktor Larutan Glukosa

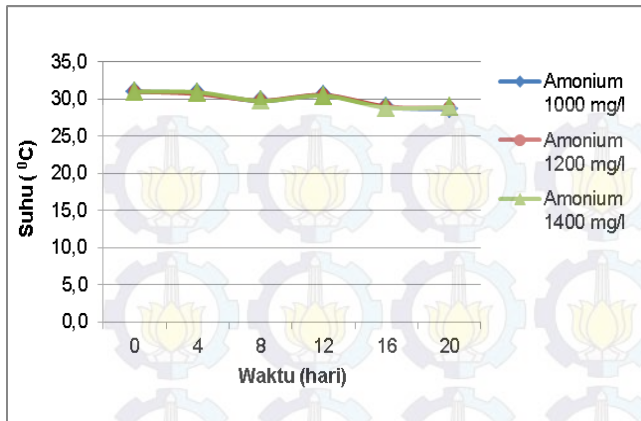


Gambar 7. pH pada Reaktor Larutan Asam Laktat

Berdasarkan Gambar 8 dan Gambar 9 suhu awal adalah 31 kemudian mulai mengalami penurunan pada hari ke-4 sampai ke-8, kemudian naik kembali. Fluktuasi tersebut disebabkan karena suhu lingkungan sekitar dan suhu pada media tanam di dalam reaktor. Suhu di dalam reaktor tidak berbeda dengan suhu lingkungan luar yaitu ±30°C. Suhu mempengaruhi kecepatan oksidasi oleh bakteri karena kecepatan oksidasi akan meningkat pada suhu yang lebih hangat [8]. Suhu efektif mikroorganisme dapat bekerja pada kisaran 10°C sampai 40°C.



Gambar 8. Suhu pada Reaktor Larutan Glukosa



Gambar 9. Suhu pada Reaktor Larutan Asam Laktat

D. Panjang dan Berat Kering Tumbuhan

Salah satu indikator tumbuhan mengalami pertumbuhan adalah bertambah tinggi atau panjangnya tumbuhan akibat meristem ujung menghasilkan sel-sel baru di ujung akar dan batang. Pada penelitian ini mengukur panjang tumbuhan, dimana pengukuran dilakukan mulai ujung akar sampai dengan ujung tumbuhan tertinggi dengan cara direbahkan memanjang.

Analisis berat kering bertujuan untuk mengetahui nilai biomassa yang terkandung selama penelitian. Analisis ini menunjukkan perkembangan tumbuhan *Scirpus grossus* dalam mendekonsentrasi amonium pada lindi artifisial. Cara analisa berat kering adalah dengan mengambil satu tumbuhan *Scirpus grossus* pada reaktor uji setiap 4 (empat) hari dan hari ke-0. Tumbuhan yang telah diambil dicuci bersih agar tidak ada tanah yang menempel pada akar dan bagian tumbuhan lainnya, kemudian diukur panjangnya menggunakan penggaris meteran, kemudian di oven pada suhu 105°C sampai tumbuhan benar-benar kering.

Panjang *Scirpus grossus* pada reaktor glukosa dan asam laktat dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Berat kering *Scirpus grossus* pada reaktor glukosa dan asam laktat dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Terlihat pada Tabel 1 – Tabel 4, panjang tumbuhan dan berat kering bervariasi. Hal tersebut disebabkan karena *Scirpus grossus* yang diambil setiap 4 (empat) hari untuk analisis dari setiap reaktor juga pada tumbuhan berbeda, sedangkan masing-masing tumbuhan *Scirpus grossus* memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap kontaminan dalam media di reaktor uji, namun perbedaan tersebut tetap menunjukkan kondisi di hari ke-20 lebih panjang dan lebih berat dibandingkan hari ke-0. Hal ini menunjukkan bahwa tumbuhan mengalami pertumbuhan.

Tabel 1. Panjang *Scirpus grossus* pada Reaktor Larutan Glukosa

Waktu (Hari)	Panjang tumbuhan (cm)		
	Amonium 1000 mg/l	Amonium 1200 mg/l	Amonium 1400 mg/l
0	40	40	40
4	47	45	46,5
8	57	57,5	54
12	51	53	54
16	53	57	54,5
20	75	64,5	58,5

Tabel 2. Panjang *Scirpus grossus* pada Reaktor Larutan Asam Laktat

Waktu (Hari)	Panjang tumbuhan (cm)		
	Amonium 1000 mg/l	Amonium 1200 mg/l	Amonium 1400mg/l
0	40	40	40
4	48	45	47
8	59,5	56	54,5
12	54,5	55	58
16	60,5	61,5	55,5
20	70	63	54

Tabel 3. Berat Kering *Scirpus grossus* pada Reaktor Larutan Glukosa

Waktu (Hari)	Berat Kering Tumbuhan (Kg)		
	Amonium 1000 mg/l	Amonium 1200 mg/l	Amonium 1400 mg/l
0	0,018	0,020	0,020
4	0,060	0,099	0,078
8	0,039	0,060	0,058
12	0,038	0,039	0,030
16	0,069	0,046	0,035
20	0,083	0,037	0,034

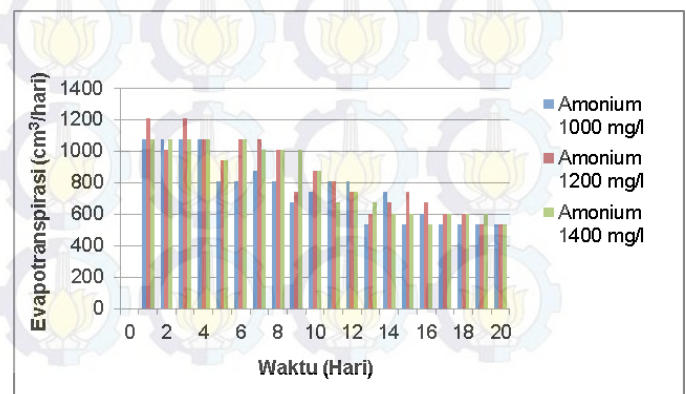
Tabel 4. Berat Kering *Scirpus grossus* pada Reaktor Larutan Asam Laktat

Waktu (Hari)	Berat Kering Tumbuhan (Kg)		
	Amonium 1000 mg/l	Amonium 1200 mg/l	Amonium 1400 mg/l
0	0,018	0,021	0,018
4	0,052	0,058	0,069
8	0,044	0,058	0,034
12	0,051	0,031	0,023
16	0,052	0,027	0,027
20	0,064	0,035	0,028

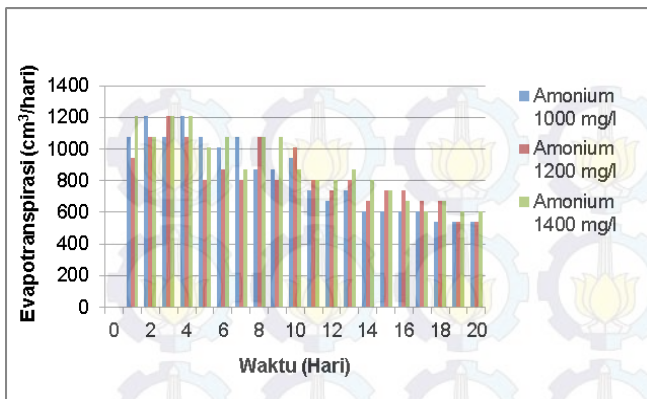
E. Hasil Analisis Evapotranspiration Rate

Pengukuran evapotranspirasi dilakukan setiap hari untuk mengetahui kehilangan air yang disebabkan oleh penguapan (evaporasi) dari kelembapan tanah dan transpirasi oleh tumbuhan [9]

Pada kedua gambar menunjukkan evapotranspirasi menurun dari hari 0 sampai dengan hari 20. Hal ini disebabkan karena jumlah tumbuhan yang digunakan semakin sedikit karena pengambilan satu tumbuhan untuk analisa setiap 4 (empat) hari sekali dan kondisi musim penghujan sehingga evaporasi menurun.



Gambar 10. Evapotranspiration Rate pada Reaktor Larutan Glukosa



Gambar 11. Evapotranspiration Rate pada Reaktor Larutan Asam Laktat

F. Laju Pertumbuhan Relatif *Scirpus grossus*

Relative Growth Rate atau laju pertumbuhan relatif menunjukkan kecepatan tumbuh per hari dari tumbuhan *Scirpus grossus*. Hasil RGR dalam uji fitoremediasi tumbuhan *Scirpus grossus* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. RGR *Scirpus grossus* per hari

Reaktor Uji	RGR <i>Scirpus grossus</i> (per hari) dari Berat Awal
Amonium 1000 mg/l + Glukosa	0,181
Amonium 1200 mg/l + Glukosa	0,045
Amonium 1400 mg/l + Glukosa	0,021
Amonium 1000 mg/l + Asam Laktat	0,133
Amonium 1200 mg/l + Asam Laktat	0,032
Amonium 1400 mg/l + Asam Laktat	0,030

Tabel 5 menunjukkan laju pertumbuhan relatif (RGR) *Scirpus grossus*. Berdasarkan data tersebut RGR tertinggi adalah pada amonium 1000 mg/l dengan larutan glukosa, kemudian amonium 1000 mg/l dengan larutan asam laktat. Hal tersebut sesuai dengan kondisi tumbuhan *Scirpus grossus* di masing-masing reaktor uji. Reaktor 1200 mg/l dan 1400 mg/l baik dengan larutan glukosa maupun asam laktat kondisinya lebih banyak yang kering tumbuhannya dibanding dengan konsentrasi amonium 1000 mg/l. Tumbuhan pada reaktor tersebut mengalami deteriorasi karena menyerap amonium dalam konsentrasi tinggi [10].

Tumbuhan *Scirpus grossus* dalam sistem *reed bed evapotranspiration* mempunyai kemampuan dalam menyisihkan amonium sebesar rata-rata 95% sampai dengan hari ke-20. Turunnya konsentrasi amonium ini disebabkan karena kemampuan *evapotranspiration rate* dari reaktor uji, dimana selain tumbuhan mengalami transpirasi menyerap amonium dan senyawa lain dalam larutan lindi artifisial juga karena adanya evaporasi yaitu proses penguapan lindi artifisial. Penyisihan amonium bernilai 95%, hal ini didukung dengan keadaan lindi artifisial yang memiliki rasio BOD/COD yang biodegradabel karena penambahan larutan glukosa dan asam laktat yang meningkatkan bahan organik dalam lindi artifisial. Kondisi ini sebanding dengan pH dalam reaktor yang nilainya sesuai dengan pH optimum proses biologis berjalan baik yaitu sekitar 6,5-7,5. Kondisi suhu di luar reaktor tidak berbeda dengan kondisi di dalam reaktor yaitu sekitar 25°C-35°C hal ini sesuai dengan suhu optimum proses biologis terjadi. Tumbuhan *Scirpus grossus*

dalam penelitian fitoremediasi ini mengalami pertumbuhan dengan menyerap berbagai senyawa dalam lindi artifisial khususnya amonium, sehingga biomassa pada tumbuhan bertambah, hal tersebut dibuktikan dengan panjang tumbuhan, berat kering, dan RGR *Scirpus grossus*. Berdasarkan hasil berat kering dapat diketahui laju pertumbuhan relatif *Scirpus grossus* dimana nilai paling besar adalah pada kedua reaktor asam laktat dan glukosa dengan konsentrasi amonium 1000 mg/l.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Laju pertumbuhan relatif (RGR) *Scirpus grossus* dalam mendekonsentrasi amonium (NH_4^+) pada lindi artifisial yang paling besar adalah pada konsentrasi amonium 1000 mg/l dengan larutan glukosa yaitu sebesar 0,181 per hari sedangkan pada konsentrasi amonium 1000 mg/l dengan larutan asam laktat adalah 0,133 per hari dari berat awal *Scirpus grossus*.
2. Efisiensi *Scirpus grossus* dalam mendekonsentrasi amonium (NH_4^+) pada lindi artifisial dengan sistem *reed bed evapotranspiration* baik menggunakan larutan glukosa dan asam laktat dengan waktu analisis sampai dengan hari ke-20 (dua puluh) adalah rata-rata sebesar 95%. Efisiensi *Scirpus grossus* setelah dikurangi dengan kontrol tanpa tumbuhan adalah rata-rata sebesar 18,5% pada lindi artifisial dengan konsentrasi amonium sebesar 1000-1400 mg/l. Laju pertumbuhan relatif *Scirpus grossus* dalam mendekonsentrasi amonium yang paling efisien adalah pada konsentrasi amonium 1000 mg/l dibandingkan dengan konsentrasi 1200 mg/l dan 1400 mg/l karena dengan konsentrasi di atas 1000 mg/l tumbuhan mengalami deteriorasi akibat akumulasi pencemar amonium dalam tubuh.

Saran

Penggunaan *Scirpus grossus* sebagai tumbuhan yang digunakan untuk mendekonsentrasi amonium sebaiknya dalam konsentrasi amonium di bawah 1000 mg/l, karena dalam kondisi konsentrasi tinggi di atasnya, kemampuan dan kualitas tumbuhan menurun akibat pemaparan konsentrasi pencemar amonium yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jadia, Chhotu D. and Fulekar, Madhusudan H. 2008. Phytoremediation: The Application of Vermicompost to Remove Zinc, Cadmium, Copper, Nickel, and Lead by Sunflower Plant.
- [2] Tangahu, B.V., Abdullah, S. R., Basri, H., Idris, M., Anuar, N., Mukhlisin, M. 2013. Phytotoxicity of Wastewater Containing Lead (Pb) Effects *Scirpus grossus*. International Journal of Phytoremediation, Vol. 15, No.8:814-826
- [3] Zaman, Badrus., Purwanto., Mangkoedihardjo, Sarwoko. 2013. Efisiensi Pengolahan Amonium Berkonsentrasi tinggi dalam Lindi pada Sistem Evapotranspirasi-Anaerobik secara Kontinyu. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. ISBN 978-602-17001-1-2.
- [4] Utami, Sri Nuryani H. dan Handayani, Suci. 2003. Sifat Kimia Entisol pada Sistem Pertanian Organik. Ilmu Pertanian Vol. 10 No. 2:63-69.
- [5] Yasril, Awalia Gusti. 2009. Kemampuan Mansiang (*Scirpus grossus*) dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD limbah Rumah Makan. Jurnal Kesehatan Lingkungan Vol. 2, No. 2, Februari 2009, hal 67-71.

- [6] Supradata. 2005. Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias *Cyperus alternifolius* dalam Sistem Lahan Basah Aliran Permukaan (SSF Wetland). Tesis Magister Lingkungan.
- [7] Tchobanoglous, George., hiesen, H., and Vigil, SA. 1993. *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill, Inc., N.Y. Tchobanoglous, Geroge dan F.L Burton. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 4th ed. McGraw-Hill.inc. New York.
- [8] Widodo, E.K. 1998. Studi Biodegradasi Produk Minyak Bumi sebagai Upaya Bioremediasi Habitat Salin. Tugas Akhir Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- [9] Rachmaulin, Sity Hariska dan Mangkoedihardjo, Sarwoko. 2013. Pengaruh Waktu Pemaparan dan Jumlah Tumbuhan terhadap Efisiensi Pengolahan Lindi TPA Sidoarjo menggunakan *Scirpus grossus*. *Jurnal Teknik Pomits* Vo. 2, No. 1. ISSN: 2337-3539.
- [10] Hasiholan S, Bistok, Suprihati, M.P., dan Isjawara, Muryas R. 2000. Pengaruh Perbandingan Nitrat dan Ammonium terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada yang Dibudidayakan secara Hidroponik. Seminar Nasional Teknologi Holtikultura memasuki Indonesia baru di FP-UKSW Salatiga.

