

PENGOLAHANAN AIR LIMBAH SECARA FITOREMEDIASI DENGAN TANAMAN *AZOLLA* *MICROPHYLLA*

Nindin Muhsinin

Departemen Teknik Sipil dan
Lingkungan/Fakultas Teknik
Universitas Gadjah MadaJl.
Grafika No.2 Kampus UGM,
Yogyakarta 55281
nindyn81@gmail.com

Intan Supraba

Departemen Teknik Sipil dan
Lingkungan/Fakultas Teknik
Universitas Gadjah MadaJl.
Grafika No.2 Kampus UGM,
Yogyakarta 55281
intan.supraba@ugm.ac.id

Budi Kamulyan

Departemen Teknik Sipil dan
Lingkungan/Fakultas Teknik
Universitas Gadjah MadaJl.
Grafika No.2 Kampus UGM,
Yogyakarta 55281
budi.kamulyan@ugm.ac.id

ABSTRACT

The high level of pollution due to domestic wastewater affects the health of the environment. Management of domestic wastewater needs to be done one of them by the phytoremediation system. Phytoremediation is the utilization of plants or microorganisms that can associate to reduce environmental pollutants both in water, soil and air caused by metals or organic matter. Phytoremediation system free water surface flow by using *Azolla microphylla* plant is one of the processes in degrading contaminants contained in domestic wastewater. In addition, *Azolla microphylla* is a water fern plant that has many benefits, which can be used as animal feed and plant fertilizers. In this study, it was tried by utilizing domestic wastewater and fish pond wastewater as a growing medium, with the aim of analyzing the growth rate, biomass increase and doubling time of *Azolla microphylla* plants. The results showed that the relative growth rate, increase in biomass and doubling time of *Azolla microphylla* plants showed good growth with treatment A (100% wastewater of fish ponds) with the addition of Wet Biomass weighing 19.35 kg for 35 days. And the lowest results were found in treatment E (100% domestic wastewater) with the addition of Wet Biomass weighing 9.41 kg for 35 days.

Keywords: Domestic Wastewater, Phytoremediation, *Azolla microphylla*.

Abstrak

Tingginya tingkat pencemaran akibat air limbah domestik berpengaruh terhadap kesehatan lingkungan. Pengelolaan air limbah domestik perlu dilakukan salah satunya dengan sistem fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan pemanfaatan tumbuhan atau mikroorganisme yang dapat berasosiasi untuk mengurangi polutan lingkungan baik pada air, tanah dan udara yang diakibatkan oleh logam atau bahan organik. Fitoremediasi sistem *free water surface flow* dengan menggunakan tanaman *Azolla microphylla* merupakan salah satu proses dalam mendegradasi kontaminan yang terkandung dalam air limbah domestik. Selain itu *Azolla microphylla* merupakan tanaman tumbuhan paku air yang mempunyai banyak manfaatnya, dimana dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak maupun pupuk tanaman. Dalam penelitian ini dicoba dengan memanfaatkan air limbah domestik dan air limbah kolam ikan sebagai media tumbuh, dengan tujuan untuk menganalisa laju pertumbuhan, pertambahan biomassa dan waktu penggandaan tanaman *Azolla microphylla*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pertumbuhan relatif, pertambahan biomassa dan waktu penggandaan tanaman *Azolla microphylla* menunjukan pertumbuhan yang baik dengan perlakuan A (100% air limbah kolam ikan) dengan Pertambahan Biomassa Berat Basah seberat 19,35 kg selama 35 hari. Dan hasil terendah dijumpai pada perlakuan E (100% air limbah domestik) dengan Pertambahan Biomassa Berat Basah seberat 9,41 kg selama 35 hari.

Kata kunci: Air Limbah Domestik, Fitoremediasi, *Azolla microphylla*.

PENDAHULUAN

Pencemaran sungai saat ini telah berada dalam kondisi memprihatinkan. Dari sekian banyak sungai yang ada di Indonesia, hanya sedikit yang memenuhi baku mutu air. Di beberapa sungai umumnya menunjukkan bahwa beban pencemar yang masuk setiap harinya sudah jauh melebihi kapasitas sungai. Tingginya tingkat pencemaran inilah yang berdampak besar terhadap kualitas air sungai.

Berdasarkan identifikasi yang dilakukan oleh Dirjen PPKL KLHK RI, sumber utama pencemar air sungai sebagian besar berasal dari limbah domestik atau rumah tangga. Limbah-limbah yang dibuang ke sungai berpengaruh terhadap penurunan kualitas air. Parameter penurunan kualitas air tersebut umumnya berdasarkan kandungan BOD₅, COD, NH₃ dan Total coliform yang terdapat di dalam air sungai.

Dari hasil penelitian Flint (1992) diperoleh komposisi limbah domestik adalah: lemak (33%), protein (25%), selulosa (8%), pati (8%), lignin (6%), abu (20%) dengan nilai BOD berkisar antara 275 – 3000 ppm. Besarnya kandungan bahan organik ini dapat diketahui dengan mengukur jumlah oksigen, baik yang dipakai oleh bakteri maupun proses kimiawi untuk mengoksidasi zat tersebut menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Untuk mengatasi pencemaran air sungai yang berasal dari limbah domestik, agar kualitas air bisa memenuhi standar baku mutu air, perlu dilakukan pengendalian pencemaran. Pengendaliannya yaitu dengan mengolah air limbah domestik dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), yang sistem pengelolaannya dapat secara setempat (*on site*) atau terpusat (*off site*).

Sistem pengelolaannya secara setempat (*on site*) atau terpusat (*off site*) mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing, namun untuk sistem pengelolaan air limbah setempat (*On Site*) dapat menjadi pilihan, karena mengolah limbah dari sumbernya dan tidak memerlukan jaringan perpipaan yang rentan untuk daerah rawan gempa karena resiko kebocoran dan kesulitan dalam pembangunan maupun pemeliharanya.

Pemilihan pengelolaan sistem setempat (*On Site*) harus mempertimbangan teknologi ramah lingkungan, murah, tidak memerlukan lahan yang luas dan mudah dalam pengelolaannya. Fitoremediasi merupakan salah satu teknologi secara biologi yang memanfaatkan tumbuhan atau mikroorganisme yang dapat berasosiasi untuk mengurangi polutan lingkungan baik pada air, tanah dan udara yang diakibatkan oleh logam atau bahan organik.

Untuk meremediasi polutan tersebut diperlukan tanaman yang mampu beradaptasi yang baik salah satunya menggunakan *Azolla microphylla*. *Azolla microphylla* merupakan satu-satunya genus dari paku air mengapung yang termasuk dalam suku Azollaceae. *Azolla microphylla* memiliki kemampuan untuk memperbaiki kualitas air limbah laundry terutama menurunkan COD. Limbah laundry setelah diperlakukan dengan *Azolla microphylla* selama 21 hari nilai COD turun dari 133,43 mg/L menjadi 41,52 mg/L atau sebesar 68,8%. (Ammelia Mentari, 2016)

Dalam penelitian lain, *Azolla microphylla* dapat menurunkan BOD sebelum perlakuan adalah 6.860,52 mg/l dan COD adalah 1.0842,39 mg/l, kadar BOD pada perendaman selama 2 hari sebesar 4.119,60 mg/l, perendaman selama 4 hari sebesar 3.094,90 mg/l, dan perendaman selama 6 hari sebesar 2.452,42 mg/l. Kadar rata-rata COD pada perendaman selama 2 hari sebesar 6.446,19 mg/l, perendaman selama 4 hari sebesar 4.964,88mg/l, dan perendaman selama 6 hari sebesar 3.957,65 mg/l. (Nayla Kamilia Fithri, 2010)

Selain dari itu *Azolla microphylla* mampu menambat nitrogen bebas, sehingga kandungan protein *Azolla* cukup tinggi, yaitu berkisar antara 13-30% berat kering. Kandungan protein yang cukup tinggi tersebut, menjadikan *Azolla* sebagai salah satu alternatif pakan ternak yang baik (Lumpkin & Plucknett, 1982).

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui laju pertumbuhan, penambahan biomassa dan waktu pengandaan *Azolla microphylla* dengan memanfaatkan air limbah sebagai media tumbuh, sehingga diketahui potensinya yang bermanfaat dalam rangka pengendalian pencemaran lingkungan.

METODOLOGI

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2017 hingga bulan Januari 2018. Penelitian ini bertempat di Desa Madura, Kecamatan Wanareja, Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah. Lokasi penelitian dengan koordinat 07° 11' 42.13" LS 108° 37' 03.04"BT.



Gambar 1. Lokasi titik penelitian

Alat dan Bahan

- a. Alat yang digunakan adalah
 1. Kolam ukuran 3 x 6,5 x 0,2 m 5 unit
 2. Serokan ikan (alat pemanen *Azolla Microphylla*)
 3. Ember 10 Liter (alat takar air limbah)
 4. Timbangan Kap. 50 kg.
- b. Bahan yang digunakan adalah
 1. *Azolla microphylla*
 2. Air limbah domestik dan air limbah kolam ikan

Rancangan Penelitian

Faktor yang diuji adalah Kombinasi antara air limbah domestik dengan air limbah kolam ikan, sebagai berikut:

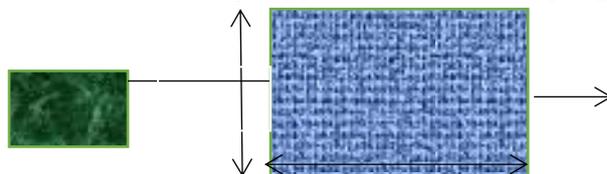
- a. Perlakuan A = Media air limbah kolam ikan 100%.
- b. Perlakuan B = Media air limbah kolam ikan 75% + Media air limbah domestik 25%.
- c. Perlakuan C = Media air limbah kolam ikan 50% + Media air limbah domestik 50%.
- d. Perlakuan D = Media air limbah kolam ikan 25% + Media air limbah domestik 75%.
- e. Perlakuan E = Media air limbah domestik 100%.

Catatan:

- Air Limbah Kolam Ikan adalah air limbah hasil pengurasan kolam ikan yang banyak mengandung kotoran ikan, yang dilakukan rutin setiap seminggu sekali untuk menjaga kualitas air kolam ikan (Ikan Gurame).
- Air Limbah Domestik adalah air limbah yang dihasilkan dari pembuangan air limbah dapur dan kamar mandi.

Rancangan Model Instalasi

Model instalasi berupa kolam, dalam penelitian ini digunakan kolam plastik dengan ukuran kolam 3 x 6,5 x 0,2 m sebanyak 5 kolam. *Azolla microphylla* ditebar pada pagi hari. Bibit *Azolla microphylla* ditebar di area kolam uji masing-masing sebanyak 2 Kilogram. Pengambilan data untuk laju pertumbuhan relatif *Azolla microphylla* dilakukan per 7 hari. Perkembangan biomassa *Azolla microphylla* dilakukan penimbangan bobot segar pada hari pertama dan hari terakhir. Waktu penggandaan dilakukan pengambilan data per 7 hari.



Gambar 2. Rancangan kolam *Azolla Microphylla*

Catatan : Ukuran kolam dengan rancangan ini menghasilkan laju pertumbuhan sebanyak 0,5m³/hari dengan waktu detensi 7 hari.

Parameter Penelitian

a. Laju pertumbuhan relatif

Laju Pertumbuhan Relatif dihitung dengan menggunakan rumus (Mitchell, 1974) :

$$RGR = \frac{\ln W2 - \ln W1}{T2 - T1}$$

Keterangan :

RGR : Laju pertumbuhan relatif (kg/hari)

W1 : Berat segar awal (kg)

W2 : Berat segar pada hari ke... (kg)

T1 : Waktu pengamatan awal (hari)

T2 : Waktu pengamatan pada hari ke... (hari)

b. Pertambahan Biomassa Berat Basah *Azolla microphylla*

Perhitungan bobot biomassa segar *Azolla* dilakukan pada saat pemanenan dengan cara *Azolla microphylla* yang sudah dipanen kemudian ditiriskan bertujuan untuk mengurangi kadar air yang menempel pada tanaman *Azolla microphylla* dan ditimbang, hasil biomassa akhir dikurangi dengan biomassa awal.

c. Waktu Penggandaan (*Doubling Time*)

Waktu Penggandaan (*Doubling Time*) adalah waktu yang dibutuhkan oleh *Azolla microphylla* untuk bertambah secara teratur menjadi dua kali lipat dari semula berdasarkan luas cover area. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan pendekatan rumus (Mitchell, 1974):

$$GR_i = \frac{\ln N_{ti} - \ln N_{to}}{t_i - t_o}$$

$$T_i = \frac{\ln 2}{GR_i}$$

Keterangan:

Gr_i =Growth Rate atau laju pertumbuhan tanaman (hari)

N_{to} =Luas cover area tanaman pada waktu t_o (%)

N_{ti} =Luas cover area tanaman pada waktu t_i (%)

t_i-t_o =Selang atau selisih waktu pengukuran awal dan akhir (hari)

T_i =*Doubling Time* atau waktu replikasi (hari).

HASIL DAN PEMBAHASAN

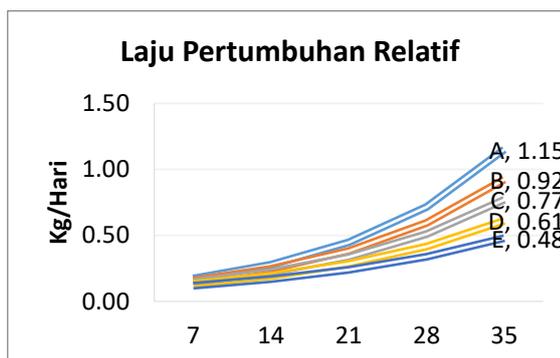
Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan air limbah domestik dan air limbah kolam ikan dapat dimanfaatkan sebagai media tumbuh *Azolla microphylla*, yang mana dalam setiap minggunya mengalami pertumbuhan yang berbeda. Pertumbuhannya tergantung oleh unsur hara yang terdapat di dalam media tanam *Azolla microphylla*.

a. Laju pertumbuhan relatif

Laju pertumbuhan relatif *Azolla microphylla* berbeda menurut variasi perlakuan media tumbuh, pertumbuhan tertinggi dicapai dengan perlakuan A=100% menggunakan air limbah kolam ikan dan pertumbuhan terendah dicapai dengan perlakuan E=100% menggunakan air limbah domestik

Tabel 1 Laju Pertumbuhan relatif *Azolla Microphylla*

Umur	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
7	0,17	0,16	0,15	0,13	0,12
14	0,28	0,25	0,22	0,19	0,17
21	0,45	0,38	0,34	0,28	0,24
28	0,72	0,59	0,51	0,42	0,34
35	1,15	0,92	0,77	0,61	0,48



Gambar 3 Grafik Laju pertumbuhan *Azolla microphylla* dengan varisasi perlakuan media tumbuh.

b. **Pertambahan Biomassa Berat Basah *Azolla microphylla***

Pertambahan Biomassa Berat Basah *Azolla microphylla* berbeda menurut variasi perlakuan media tumbuh, pertambahan tertinggi dicapai dengan perlakuan A= 100% menggunakan air limbah kolam ikan sebesar 19,35 kg dan pertambahan bio masa terendah dicapai dengan perlakuan E= 100% menggunakan air limbah domestik sebesar 9,41 kg.

Tabel 2 Pertambahan Biomassa Berat Basah *Azolla Microphylla*

Umur	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
35	19,35	16,12	13,89	11,47	9,41



Gambar 4. Pertumbuhan *Azolla Microphylla* dengan perlakuan 100% air limbah kolam ikan.

c. Waktu Penggandaan (*Doubling Time*)

Waktu Penggandaan *Azolla microphylla* berbeda menurut variasi perlakuan media tumbuh, penggandaan tercepat dicapai dengan perlakuan A= 100% menggunakan air limbah kolam ikan selama 1,46 hari dan penggandaan terlambat dicapai dengan perlakuan E= 100% menggunakan air limbah domestik selama 1,99 hari.

Tabel 3 Waktu Penggandaan (*Doubling Time*) *Azolla Microphylla*

Perlakuan				
A	B	C	D	E
1,46	1,57	1,67	1,81	1,99

KESIMPULAN

1. Penggunaan kombinasi limbah air domestik dan limbah kolam ikan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan relatif, penambahan biomassa dan waktu penggandaan *Azolla microphylla*.
2. Hasil terbaik dari *Azolla microphylla* terbaik dijumpai pada perlakuan A (limbah kolam ikan) dengan Pertambahan Biomassa Berat Basah seberat 19,35 kg selama 35 hari. Dan hasil terendah dijumpai pada perlakuan E (100% limbah air domestik) dengan Pertambahan Biomassa Berat Basah seberat 9,41 kg selama 35 hari.

DAFTAR PUSTAKA

Alaerts, G. dan Sri Sumestri Santika. 1987. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional, Jakarta

- Amit Pandey, R.K. Verma, J. Mohan and N. Mohan, 2014. *Utilization of Azolla aquatic plant as phytoremediation for treatment of effluen.*, India: International Journal of Applied Research ISSN Online: 2394-5869
- Arifin, Z. 2003. *Azolla Pembudidayaan dan Pemanfaatan pada Tanaman Padi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Cheetangdee, V., Siree, C. 2006. *Free Amino Acid and Reducing Sugar Composition of Pandan (Pandanus amaryllifolius, Roxb.) Leaves*. Thailand: Departement of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry. Kasetsart University.
- Dalimartha, Setiawan. 2009. *Atlas Tumbuhan Obat Jilid 6*. Jakarta: PT Pustaka Bunda
- Eva Surdiana, 2016. Pertumbuhan *Azolla microphylla* Dengan Kombinasi Pupuk Kotoran Ternak, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa kelautan dan Perikanan Unsyiah, Volume 1, Nomor 3: 298-306 ISSN. 2527-6395*
- Flint, K.P. 1992. *Microbial Ecology of Domestic Waste*. In Brns, R.G. and Slater, J.H. (Eds). *Experimental Microbial Ecology*. Blackwell Scientific Publication.
- Lumpkin, T. A. and D. L. Plucknett. 1982. *Azolla as green manure: Use and Management in Crop Production*. Colorado: West View Press Inc
- Nayla Kamilia Fithri, 2010. Pemanfaatan Tumbuhan Air *Azolla Mycrophyla* untuk Pengolahan Limbah Cair Tahu di Industri Tahu Sutinem. Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Nikita Rizky, 2017. Pengaruh Variasi Lama Kontak Tanaman *Azolla Microphylla* Terhadap Penurunan Kadar Fosfat Dan Cod Pada Limbah Laundry, *Jurnal Kesehatan Masyarakat (ISSN: 2356-3346)*
- Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Syafi'i, A, K. 2008. *Petunjuk Praktis Membudidayakan Azolla*. Binamuda Ciptakreasi, Depok.
- Utama, P., D. Firnia, dan G. Natanael. 2015. Pertumbuhan dan serapan nitrogen *Azolla microphylla* akibat pemberian fosfat dan ketinggian air yang berbeda. *Agrologia*, 4 (1): 41-52.