Pemanfaatan *Lemna minor* L. dan *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle untuk Memperbaiki Kualitas Air Limbah Laundry

Maya Safitri¹, Mukarlina¹, Tri Rima Setyawati¹

¹Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak,
Email korespondensi : mayasafitri008@gmail.com

Abstract

Lemna minor and *Hydrilla verticillata* are types of water plants that have the potential to have the ability to process and improve the quality of polluted water. The purpose of this study is to determine the ability of *Lemna minor* and *Hydrilla verticillata* in improving the quality of laundry wastewater. The study used a completely randomized design (CRD) method with six treatments and three replications. The study was carried out on test media in the form of 5 liters of laundry wastewater with *L. minor* (L) 100 g, *H. verticillata* (H) 100 g, and combination treatment of both plants (L1H1, L1H2, L2H1) in weight L1H1 (50 g : 50 g), L1H2 (33 g : 67 g) and L2H1 (67 g : 33 g) for 14 days after acclimation for one week. The combination of *L. minor* and *H. verticillata* with a ratio of 1: 2 was able to reduce the highest Total Suspended Solid (TSS) and Total Dissolved Solid (TDS) of laundry wastewater with a decrease of 52.87% and 4.02% and increase dissolved oxygen (DO) of 7.13 mg/L. The highest decrease in chlorine occurred in *L. minor* and *H. verticillata* treatments with a ratio of 1:1 of 0.110 mg/L. All treatments of *L. minor* and *H. verticillata* both singly and in combination have not been able to reduce the phosphate content in laundry wastewater on day 14 of treatment.

Keywords : Phytoremediation, *Lemna minor*, *Hydrilla verticillata* and laundry wastewater

PENDAHULUAN

Usaha laundry yang bersifat rumahan umumnya membuang air limbah sisa cucian langsung ke badan air tanpa proses pengolahan terlebih dahulu, sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan (Wardhana, 2013). Berdasarkan data yang didapat dari Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Pontianak, tahun 2017. terdapat hanya 7 dari 48 usaha laundry yang melakukan pengolahan limbah atau memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Kondisi tersebut dapat diatasi apabila dilakukan pengolahan dengan metode fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan metode pengolahan air limbah dengan memanfaatkan tanaman air.

Hasil penelitian Sudiro & Agnes (2013) yang memanfaatkan *L. minor* dan *H. verticillata* dalam mereduksi *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada air limbah industri tahu berhasil menurunkan COD sebesar 97,62%. Hasil penelitian Sumiyati *et al.*, (2009) yang menggunakan *H. verticillata* juga berhasil menurunkan kadar logam (Cu) pada air limbah elektroplating sebesar 84% dan hasil penelitian Tati (2017) juga menyatakan bahwa *H. verticillata* memiliki kemampuan mengurangi TSS sebesar 80,63% pada air limbah industri tahu. *L. minor* dan *H. verticillata* merupakan tanaman air yang diduga berpotensi memiliki kemampuan memperbaiki kualitas air limbah. Oleh karena itu,

perlu dilakukan penelitian fitoremediasi dengan menggunakan *L. minor* dan *H. verticillata* pada air limbah laundry.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah laundry, *L. minor*, *H. verticillata*, akuades, mangan sulfat (MnSO_4), asam sulfat (H_2SO_4), kalium hidroksida (KOH), kalium iodida (KI), dan natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2018 di Rumah Kasa dan Laboratorium Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak. Analisa klorin dan fosfat di Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri (BARISTAND) Pontianak.

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) terdiri dari 6 perlakuan yakni *L. minor* (L) 100 gram, *H. verticillata* 100 gram (H) gram dan perlakuan kombinasi dari kedua tanaman (L1H1, L1H2, L2H1) dengan berat secara berurutan L1H1 (50 g : 50 g), L1H2 (33 g : 67 g) dan L2H1 (67 g : 33 g). Masing - masing perlakuan terdiri dari 3 ulangan sehingga diperoleh 18 unit percobaan.

Prosedur Kerja

Persiapan Media Uji dan Tumbuhan Uji

Air limbah laundry diambil dari buangan pertama dan diencerkan 75%. Air limbah yang telah diencerkan ditempatkan dalam 18 bak perlakuan dengan volume 5 liter. *L. minor* dan *H. verticillata* diambil dari lingkungan alamnya dan diaklimasi selama 1 minggu. Setiap bak berisi 100 g tanaman dengan perbandingan (L 100 g, H 100 g, L1H1 50 g L dan 50 g H, L1H2 33 g L dan 67 g H, L2H1 67 g L dan 33 g H).

Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) media uji diukur menggunakan pH meter dengan cara ujung pH meter dimasukkan ke dalam media uji dan tombol ditekan. Setelah angka konstan, angka dicatat.

Suhu (°C)

Suhu udara rumah kaca dan media uji diukur menggunakan termometer setiap hari selama 14 hari perlakuan.

Total Dissolved Solid (TDS)

Total Dissolved Solid (TDS) dihitung menggunakan metode gravimetri. Beaker dibersihkan dengan akuades dan dioven, selama 1 jam pada suhu 105°C. Dimasukkan ke desikator 15 menit, ditimbang dan dicatat hasilnya, dilakukan duplo (A). Disaring air sampel 100 ml dengan kertas saring. Dimasukkan air sampel 50 ml ke dalam gelas beaker, lalu oven hingga kering. Dimasukkan dalam desikator 15 menit, lalu ditimbang, dicatat hasilnya, lakukan duplo (B) dan hasil yang diperoleh dihitung dengan rumus:

$$\text{TDS (mg/L)} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume sampel}}$$

Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) dihitung menggunakan metode gravimetri. Kertas saring dibersihkan dengan akuades. Kertas saring dioven selama 1 jam pada suhu 105°C, masukkan ke desikator selama 15 menit, ditimbang, lakukan duplo (A). Sampel 100 ml disaring, masukkan kertas saring ke dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C. Masukkan ke desikator 15 menit, timbang, lakukan duplo (B). Hasil yang diperoleh dihitung dengan rumus:

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume sampel}}$$

Dissolved Oksigen (DO)

Sampel air 125 ml. Ditambahkan 1 ml MnSO₄ dan 1 ml KOH-KI, lalu kocok dan diamkan hingga

terbentuk endapan putih/coklat. Ditambahkan 1 ml H₂SO₄ kocok dan diamkan 10 menit hingga larutan sampel berwarna. Diambil sebanyak 100 ml ke erlenmeyer, ditetesi Na₂S₂O₃, 0,0125 N, hingga sampel berwarna kuning pucat. Ditambahkan 5 tetes amilum, sampel berubah warna biru, lalu dititrasi dengan Na₂S₂O₃, 0,0125 N. Sampel menjadi bening, dihitung volume Na₂S₂O₃ yang terpakai (=nilai DO akhir) dengan rumus:

$$\text{DO (mg/L)} = \text{Vt} \times \text{N} \times 8000 / \text{Vs}$$

Keterangan:

Vt = Volume Na₂S₂O₃ (ml)

N = Normalitas Na₂S₂O₃ (N)

Vs = Volume sampel (ml)

Fosfat

Analisis fosfat menggunakan metode uji SNI 06-6989.31 – 2005. Sampel air ditimbang, ditambahkan HNO₃ (1:3). Campuran dipanaskan, setelah mendidih selama 20 menit, diencerkan dengan akuades hingga volume tertentu, digojok hingga homogen. Sebanyak 1 ml campuran homogen ditambahkan 3 ml pereaksi vanadat molibdat, kemudian divortek dan diamkan selama 20 menit. Campuran diencerkan dengan akuades hingga volume akhir 5 ml dan diukur absorbansinya pada panjang 420 nm.

Klorin

Analisis klorin dilakukan di Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri (BARISTAND) Pontianak dengan HACH Method 8021.

Perhitungan Efektifitas

Perhitungan efektifitas penurunan setiap parameter dihitung dengan rumus (Dewi dan Masithoh, 2013)

$$\text{Efektifitas} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

Keterangan: A = Pengukuran awal

B = Pengukuran akhir

Berat Basah dan Berat Kering *L. minor* dan *H. verticillata*

a. Berat Basah (BB)

Penimbangan berat basah dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan, dengan menimbang berat segar tanaman yang telah dibersihkan dan ditiriskan terlebih dahulu.

b. Berat Kering (BK)

Penimbangan berat kering dilakukan pada akhir perlakuan setelah tanaman dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C hingga mencapai berat yang konstan.

Analisis Data

Data hasil pengukuran *Dissolved oxygen* (DO), *Total Suspended Solid* (TSS), *Total Dissolved Solid* (TDS), klorin, fosfat, berat basah (BB) dan berat kering (BK) dianalisis secara statistik menggunakan Analisis Varian (ANOVA) SPSS 18. Jika terdapat perbedaan nyata dilakukan uji lanjut Duncan pada selang kepercayaan 95% (Hanafiah, 2004).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kualitas Fisika dan Kimia Air Limbah Laundry Sebelum Perlakuan

Pengujian kualitas awal air limbah *laundry* menunjukkan bahwa parameter klorin dan fosfat berada di atas baku mutu air limbah berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. Hasil pengujian kualitas air limbah *laundry* sebagai media uji pada penelitian disajikan pada Tabel 1.

Air limbah *laundry* setelah diolah dengan metode fitoremediasi menggunakan *L. minor* dan *H. verticillata* menunjukkan penurunan *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Total Dissolved Solid* (TDS). Hasil uji Anova menunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan *L. minor* dan *H. verticillata* berpengaruh nyata terhadap penurunan

TSS air limbah *laundry* ($F= 501,60$, $p= 0,000$; Anova).

Tabel. 1 Kualitas Fisika dan Kimia Air Limbah Laundry Sebelum Perlakuan

Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
DO	mg/L	0	6
TSS	mg/L	57,3	400
TDS	mg/L	796	2000
Klorin	mg/L	0,230	0,03
Fosfat	mg/L	0,861	0,2
Suhu	$^{\circ}\text{C}$	25	-
pH	-	6,8	6-9

Keterangan : Hasil uji Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri (BARISTAND) Pontianak.

Hasil pengukuran TSS sebelum perlakuan (0 hari) 57,3 mg/L dan setelah perlakuan selama 14 hari berkisar antara 27-30 mg/L (Tabel. 2). Semua perlakuan berbeda nyata terhadap kontrol. Perlakuan kombinasi L1H1 dan L1H2 berbeda nyata terhadap perlakuan *L. minor* (L) tetapi tidak berbeda nyata terhadap perlakuan *H. verticillata* (H) dan perlakuan kombinasi L2H1. Perlakuan kombinasi L1H2 mengalami penurunan TSS tertinggi dengan persentase penurunan 52,87% (Tabel. 2).

Tabel. 2 Rata-rata Nilai TSS dan TDS Air Limbah Laundry Setelah Perlakuan

Perlakuan	TSS (mg/L)	Persentase Penurunan TSS (%)	TDS (mg/L)	Persentase Penurunan TDS (%)
Kontrol	57,00 ^c ±1,00	0,52	796,00 ^e ±3,05	0
L	30,00 ^b ±1,00	47,64	779,33 ^d ±1,15	2,09
H	28,33 ^{ab} ±0,57	50,55	775,33 ^{cd} ±4,16	2,59
L1H1	27,00 ^a ±1,00	52,87	768,67 ^{ab} ±1,15	3,43
L1H2	27,33 ^a ±0,57	52,30	764,00 ^a ±3,46	4,02
L2H1	28,33 ^{ab} ±1,15	50,55	772,00 ^{bc} ±2,00	3,01

Keterangan : Angka-angka pada yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan pengaruh yang nyata pada uji Duncan, taraf uji 95%. L (*L. minor*), H (*H. verticillata*).

Total Dissolved Solid (TDS) air limbah *laundry* setelah perlakuan menggunakan *L. minor* dan *H. verticillata* mengalami penurunan dan berpengaruh nyata terhadap TDS ($F= 51,812$, $p= 0,000$; Anova). Hasil pengukuran TDS sebelum perlakuan (0 hari) yaitu 796 mg/L dan setelah perlakuan selama 14 hari berkisar antara 764 - 779,33 mg/L. Semua perlakuan berbeda nyata terhadap kontrol. Perlakuan kombinasi L1H2 tidak berbeda nyata terhadap perlakuan kombinasi L1H1 tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan *L. minor* (L), *H.*

verticillata (H), dan perlakuan kombinasi L2H1. Perlakuan kombinasi L1H2 mengalami penurunan TDS tertinggi dengan persentase 4,02% (Tabel. 2).

Hasil analisa Anova menunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan *L. minor* dan *H. verticillata* berpengaruh nyata terhadap *Dissolved Oxygen* (DO) air limbah *laundry* ($F = 6,191$, $p=0,005$; Anova). Hasil pengukuran DO sebelum perlakuan (0 hari) sebesar 0 mg/L dan setelah perlakuan

selama 14 hari berkisar antara 5,06– 7,13 mg/L (Tabel. 3).

Tabel. 3 Rata-rata Nilai *Dissolved Oksigen* (DO) Air Limbah *Laundry* Setelah Perlakuan

Perlakuan	DO (mg/L)
Kontrol	5,03 ^a ±0,57
L	5,93 ^{ab} ±0,20
H	5,06 ^a ±0,49
L1H1	6,50 ^b ±1,21
L1H2	7,13 ^b ±0,28
L2H1	7,00 ^b ±0,79

Keterangan : Angka-angka pada yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan pengaruh yang nyata pada uji Duncan, taraf uji 95%. L (*L. minor*), H (*H. verticillata*).

Nilai derajat keasaman (pH) air limbah *laundry* sebelum perlakuan adalah 6,8 dan setelah perlakuan berkisar antara 7,1 – 7,5 (Tabel. 4).

Tabel. 4 Rata-rata Nilai Derajat Keasaman (pH) Air Limbah *Laundry* Sebelum dan Setelah Perlakuan

Perlakuan	Sebelum	Setelah
Kontrol	6,8	7,1
L	6,8	7,3
H	6,8	7,4
L1H1	6,8	7,4
L1H2	6,8	7,5
L2H1	6,8	7,4

Keterangan : K (Kontrol), L (*Lemna minor*), H (*Hydrilla verticillata*)

Hasil uji klorin air limbah *laundry* sebelum perlakuan (0 hari) adalah 0,230 mg/L dan setelah perlakuan selama 14 hari berkisar antara 0,11 – 0,25 mg/L (Tabel. 5). Hasil analisa Anova menunjukkan terdapat perbedaan nyata penurunan klorin air limbah *laundry* ($F= 9,613$, $p=0,001$; Anova). Perlakuan L1H1 berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi L1H2, dan kombinasi L2H1 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (K), *L. minor* (L) dan *H. verticillata* (H).

Tabel. 5 Rata-rata Nilai Klorin dan Nilai Fosfat Air Limbah *Laundry* Setelah Perlakuan

Perlakuan	Fosfat (mg/L)	Klorin (mg/L)
Kontrol	2,07 ^a ±0,08	0,04 ^a ±0,03
L	14,83 ^b ±0,75	0,14 ^b ±0,04
H	13,76 ^b ±1,35	0,16 ^{bc} ±0,06
L1H1	19,73 ^{bc} ±4,02	0,11 ^{ab} ±0,03
L1H2	24,96 ^{cd} ±5,71	0,25 ^c ±0,05
L2H1	26,20 ^d ±4,52	0,25 ^c ±0,03

Keterangan : Angka-angka pada yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan pengaruh yang nyata pada uji Duncan, taraf uji 95%. L (*L. minor*), H (*H. verticillata*).

Hasil analisa Anova menunjukkan perlakuan dengan menggunakan *L. minor* dan *H. verticillata* pada air limbah *laundry* berpengaruh nyata pada fosfat ($F=19,755$, $p=0,000$; Anova). Fosfat setelah perlakuan selama 14 hari mengalami peningkatan berkisar antara 13,76 - 26,20 mg/L. Fosfat terendah setelah perlakuan terdapat pada perlakuan *H. verticillata* (H) yaitu 13,76 mg/L (Tabel. 5). Perlakuan kombinasi L1H1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan *L. minor* (L), *H. verticillata* (H), dan kombinasi L1H2 tetapi berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan kombinasi L2H1.

Tabel. 6 Persentase Penurunan Berat Basah (BB) Sebelum dan Sesudah Pencucian serta Berat Kering (BK) *L. minor* dan *H. verticillata* pada tiap Perlakuan

Perlakuan	Berat Basah Sebelum Pencucian (gr)	Berat Basah Setelah Pencucian (gr)	Berat Kering (gr)
Berat awal	100	100	-
L	36,44 ^{ab} ±0,92	36,05 ^{ab} ±0,91	3,45 ^b ±0,39
H	35,30 ^{ab} ±1,88	34,79 ^{ab} ±1,94	3,31 ^b ±0,09
L1H1	36,35 ^{ab} ±1,71	36,02 ^{ab} ±1,81	3,39 ^b ±0,52
L1H2	33,94 ^a ±1,19	33,79 ^a ±0,98	2,59 ^a ±0,14
L2H1	37,42 ^b ±1,32	37,22 ^b ±1,44	3,58 ^b ±0,25

Keterangan : Angka-angka pada yang sama dan diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan pengaruh yang nyata pada uji Duncan, taraf uji 95%. L (*L. minor*), H (*H. verticillata*).

Pembahasan

Air limbah *laundry* sebelum perlakuan mengandung *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Total Dissolved Solid* (TDS) cukup tinggi. Hasil pengukuran TSS dan TDS mengalami penurunan setelah perlakuan selama 14 hari dengan menggunakan *L. minor* dan *H. verticillata*. Pengukuran TSS air limbah *laundry* sebelum perlakuan (hari ke-0) sebesar 57,3 mg/L dan TDS sebesar 796 mg/L (Tabel. 1) setelah perlakuan selama 14 hari TSS menurun berkisar antara 27 - 30 mg/L dengan rentang persentase penurunan 47,64% - 52,87% dan TDS berkisar antara 764 - 779,33 mg/L dengan rentang persentase penurunan 2,09% - 4,02% (Tabel. 2).

Kadar TSS dan TDS pada semua perlakuan telah memenuhi standar baku mutu. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 82 tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, baku mutu TSS air limbah dari kegiatan domestik, termasuk usaha *laundry* sebesar 400 mg/L dan baku mutu TDS sebesar 2000 mg/L (Tabel. 1). Persentase penurunan TSS dan TDS tertinggi setelah perlakuan selama 14 hari terdapat pada perlakuan kombinasi L1H2 dengan penurunan TSS sebesar 52,87% dan penurunan TDS sebesar 4,02% (Tabel. 2).

Kondisi ini mengindikasikan bahwa perlakuan kombinasi L1H2 lebih efektif menurunkan TSS dan TDS dibanding perlakuan lain. Kondisi ini diduga karena sifat tanaman uji yang digunakan berbeda, yaitu *L. minor* mengapung (*floating aquatic plant*) dan *H. verticillata* tenggelam (*the deep aquatic plant*). Menurut Reddy & De Busk (1985) tanaman air yang bersifat mengapung lebih sering digunakan dalam fitoremediasi dibanding tanaman air yang bersifat tenggelam dikarenakan tingkat pertumbuhannya yang tinggi. Tanaman air *H. verticillata* yang bersifat tenggelam juga diduga memiliki peran yang penting bila dikombinasikan dengan *L. minor* yang bersifat mengapung. Hal ini didukung dari hasil penelitian Sudiro & Agnes (2013) yang mereduksi *Chemical Oxygen Demand* (COD) air limbah industri tahu sebesar 97,62% dengan memanfaatkan *L. minor* dan *H. verticillata*. Hal ini juga didukung dari hasil penelitian Tati (2017) yang menyatakan bahwa *H. verticillata* memiliki kemampuan mengurangi TSS sebesar 80,63% pada air limbah industri tahu.

Kemampuan perlakuan kombinasi L1H2 menurunkan TSS dan TDS dengan variasi berat *L. minor* 33 gram dan *H. verticillata* 67 gram, menunjukkan adanya pengaruh berat tanaman dan

morfologi tanaman dalam penyerapan TSS dan TDS. Akar memegang peran penting dalam menyerap TSS dan TDS dalam proses fitoremediasi. Menurut Sudiro & Agnes (2013) *H. verticillata* selain memanfaatkan akar, juga memanfaatkan daun dan batangnya yang ikut terendam dalam air limbah untuk menyerap TSS dan TDS, sementara *L. minor* hanya memanfaatkan akarnya.

Hal ini diduga menyebabkan tanaman *H. verticillata* mampu menyerap TSS dan TDS lebih banyak sehingga persentase penurunannya juga menjadi lebih besar dibanding *L. minor*. Kondisi ini sesuai dengan hasil penelitian pada Tabel 4.2 yang menunjukkan perlakuan *H. verticillata* (H) dan kombinasi (L1H2) lebih banyak menyerap TSS dan TDS dibanding perlakuan lain.

Penurunan TSS dan TDS juga diduga dipengaruhi lamanya waktu kontak tanaman pada air limbah *laundry*. Penelitian Endro *et al.* (2010) yang memanfaatkan *L. minor* dan *H. verticillata* untuk meremediasi limbah cair domestik selama 20 hari dan menunjukkan adanya penurunan TSS dengan persentase tertinggi terjadi pada hari ke 20 sebesar 72,44% dibanding hari ke-5, hari ke-10 dan hari ke-15. Hal ini mengindikasikan adanya keterkaitan antara lama waktu kontak tanaman dengan penurunan TSS dan TDS.

Kadar *Dissolved oxygen* (DO) berdasarkan hasil pengukuran (Tabel. 3) berada di atas baku mutu minimum sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 yang mengindikasikan bahwa parameter DO telah memenuhi standar baku mutu.

Menurut Kristanto (2002) oksigen yang terdapat pada air limbah dihasilkan dari proses fotosintesis tanaman air dan proses difusi langsung dari udara yang masuk ke dalam air. *Dissolved oxygen* (DO) tertinggi terdapat pada semua perlakuan kombinasi (L1H1, L1H2 dan L2H1) dengan penggunaan dua tanaman *L. minor* dan *H. verticillata*. Meningkatnya DO diduga karena adanya suplai oksigen dari hasil proses fotosintesis kedua tanaman tersebut yang berlangsung dalam bak perlakuan yang sama sehingga DO pada perlakuan kombinasi lebih tinggi dibanding perlakuan lain (Tabel. 3).

Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) air limbah *laundry* sebelum perlakuan bersifat asam sebesar 6,8 dan setelah perlakuan mengalami kenaikan pH menjadi ± 7 (netral) pada tiap perlakuan (Tabel. 4).

Nilai tersebut menunjukkan bahwa parameter pH telah memenuhi standar baku mutu untuk pengelolaan dan pengendalian pencemaran air berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 dengan rentang pH 6 -9.

Air limbah umumnya mempunyai pH yang asam (Hidayah & Aditia, 2010). Hasil penelitian Agussetydevy *et al.* (2013) menyatakan bahwa fitoremediasi dapat meningkatkan pH air limbah menjadi pH netral. Penelitian Nasrullah *et al.* (2015) yang memanfaatkan tanaman *Typha angustifolia* pada proses fitoremediasi air limbah karet juga menghasilkan peningkatan pH menjadi netral.

Peningkatan pH terjadi karena proses degradasi bahan-bahan organik pada air limbah *laundry*, adanya *L. minor* dan *H. verticillata* menyebabkan terjadinya suplai oksigen ke dalam air limbah sehingga mempengaruhi proses degradasi bahan - bahan organik menjadi lebih cepat. Saat kadar bahan organik menurun, gas CO₂ yang dihasilkan dari proses penguraian zat organik juga sedikit, sehingga asam karbonat yang berasal dari pendifusian CO₂ dengan air akan berkurang. Berkurangnya asam karbonat menyebabkan terjadinya peningkatan pH. Hal ini sejalan dengan penelitian Muhajir (2013) mengenai pengolahan air limbah tahu menggunakan tanaman *Typha angustifolia*. Hasil penelitiannya menunjukan terjadinya peningkatan pH. pH awal air limbah tahu adalah 4,5 dan pada hari ke-20 penelitian pH naik menjadi 6.

Hasil pengukuran fosfat setelah perlakuan selama 14 hari menggunakan *L. minor* dan *H. verticillata* menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibanding kontrol berkisar antara 13,76 – 26,20 mg/L (Tabel. 5). Nilai fosfat tersebut menunjukkan belum memenuhi standar baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, yaitu 0,2 mg/L. Kondisi ini diduga disebabkan karena fosfat dalam air limbah *laundry* mengalami perubahan secara fluktuatif dari waktu ke waktu.

Perubahan fosfat secara fluktuatif sejalan dengan hasil penelitian Stefhany (2013) yang menggunakan eceng gondok dalam meremediasi fosfat dalam air limbah *laundry*. Perubahan fosfat secara fluktuatif terjadi pada berbagai waktu kontak yaitu (0 hari, 5 hari, 10 hari, 15 hari dan 20 hari). Penyerapan fosfat terjadi pada hari ke-5 dan hari ke-10, namun terjadi peningkatan fosfat pada hari ke-15 dan ke-20.

Penelitian Oktavia *et al.* (2013) yang menggunakan genjer, kangkung air dan eceng gondok dalam meremediasi fosfat dalam air limbah *laundry* dalam waktu perlakuan selama 8 hari hasilnya menunjukkan hanya terjadi penurunan fosfat pada hari ke 2 hingga hari ke 6 pada hari ke 8 fosfat mengalami peningkatan.

Berdasarkan hasil penelitian Stefhany (2013) dan Oktavia *et al.* (2013) diduga fosfat yang terkandung dalam air limbah *laundry* pada penelitian ini juga mengalami perubahan secara fluktuatif hanya saja tidak dilakukan pengukuran secara berkala sehingga belum dapat diketahui waktu terjadinya penurunan fosfat.

Fosfat yang tidak mengalami penurunan juga diduga karena banyaknya jenis dan kandungan unsur hara dalam air limbah *laundry* serta adanya kondisi kompetitif penyerapan unsur hara oleh tanaman dengan unsur hara lainnya yang terdapat pada air limbah *laundry*. Hasil penelitian Utami (2018) terkait fitoremediasi nitrogen dan fosfat, menyebutkan bahwa kehadiran nitrogen menyebabkan penurunan serapan fosfat oleh *L. perpusilla*. Penurunan tersebut disebabkan karena ukuran ion nitrogen lebih kecil dari ion fosfat sehingga ion nitrogen cenderung lebih dulu masuk ke dalam sel akar dibandingkan fosfat. Secara umum fosfat dan nitrogen merupakan unsur hara esensial bagi tanaman. Akan tetapi persentase unsur nitrogen yang diperlukan tanaman untuk tumbuh lebih tinggi dibandingkan persentase unsur fosfat, sehingga nitrogen terserap lebih banyak dibanding fosfat. Hal ini juga diduga terjadi pada air limbah *laundry*. Hasil penelitian Savitri (2007) menyebutkan bahwa air limbah *laundry* juga mengandung unsur nitrogen selain unsur fosfat.

Peningkatan fosfat juga diduga karena dipengaruhi berat tanaman uji yang digunakan. Pernyataan ini didukung dengan hasil penelitian Sumiyati (2009) yang menggunakan *H. verticillata* untuk meremediasi fosfat pada air limbah kerajinan perak dengan kandungan awal fosfat 4,628 mg/L dan berat *H. verticillata* yang digunakan yaitu 150 g, 200 g dan 250 g. Hasil menunjukkan terjadinya penurunan fosfat sejalan dengan penggunaan berat tanaman uji dengan rata-rata fosfat pada masing-masing variasi berat yaitu 150 g (2,106 mg/L), 200 g (1,368 mg/L) dan 250 g (0,862 mg/L). Berat *L. minor* dan *H. verticillata* 100 gram yang digunakan pada tiap perlakuan dalam penelitian ini masih belum berimbang untuk penyerapan fosfat dalam air limbah *laundry*.

Hasil pengukuran klorin air limbah *laundry* sebelum perlakuan menunjukkan nilai yang tinggi, yaitu 0,230 mg/L. Setelah perlakuan klorin mengalami penurunan pada perlakuan kontrol (K), *L. minor* (L), *H. verticillata* (H) dan kombinasi L1H1 namun tidak terjadi penurunan pada perlakuan L1H2 dan L2H1. Perlakuan L1H1 merupakan perlakuan dengan penurunan tertinggi yaitu 0,110 mg/L (Tabel. 5). Menurunnya klorin diduga disebabkan klorin diserap oleh *L. minor* dan *H. verticillata* untuk metabolisme. Klorin diserap tumbuhan untuk menstimulasi pemecahan molekul air pada proses fotosintesis (Lakitan, 2006). Peningkatan klorin pada perlakuan kombinasi L1H2 dan L2H1 menjadi 0,25 mg/L (Tabel. 5) mengindikasikan klorin masih berada di atas baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 0,03 mg/L.

Pengukuran klorin pada perlakuan kontrol (K) tanpa tumbuhan lebih besar dibanding perlakuan dengan tumbuhan yaitu 0,04 mg/L (Tabel. 5). Hal ini sejalan dengan pernyataan Budi (2006) menyatakan klorin dapat turun dengan cepat tanpa tumbuhan air. Hal ini disebabkan klorin akan bereaksi dengan sisa-sisa organik dari limbah cair dan akan membentuk senyawa halogen organik yang mudah menguap (*volatile halogenated organics*) sehingga klorin berkurang. Hasil pengukuran klorin paling tinggi yaitu 0,025 pada perlakuan L1H2 dan L2H1 (Tabel. 5).

Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh air limbah *laundry* terhadap penurunan pertumbuhan *L. minor* dan *H. verticillata* pada semua perlakuan (Tabel. 6). Penurunan pertumbuhan diduga berkaitan dengan kemampuan tumbuhan air dalam menyerap unsur hara yang terkandung dalam limbah laundry. Menurut Kvesitadze *et al.* (2006), penurunan biomassa tumbuhan air yang digunakan untuk fitoremediasi berkaitan dengan kemampuan atau batas toleransi tumbuhan tersebut dalam menyerap unsur-unsur hara yang terkandung dalam air limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agussetyadevy, Imbar, Sumiyati, S & Sutrisno, E 2013, 'Fitoremediasi Limbah yang Mengandung Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) dengan Menggunakan Kangkung Air (*Ipomea aquatica*)', *Jurnal Teknik Lingkungan* vol. 2, hal. 1-9
- Budi, SS, 2006, 'Penurunan Fosfat dengan Penambahan Kapur (*Lime*), Tawas dan Filtrasi Zeolit pada Limbah Cair (Studi Kasus RS Berthesda Yogyakarta)', *Eprints.undip.ac.id/18012/Sudi_Setyo_Budi.pdf*, diakses 25 Oktober 2017
- Dewi, YS & Masithoh, M, 2015, 'Efektifitas Teknik Biofiltrasi dengan Media Bio-ball Terhadap Penurunan Kadar Nitrogen Total', *Jurnal Ilmiah*, Fakultas Teknik LIMIT'S, vol. 9, no. 1, hal. 45-43
- Endro, S, Sumiyati, S & Nurdiansyah, 2010, 'Pengaruh Tanaman Rumpun Bebek (*Lemna minor*) Terhadap Penurunan BOD dan COD Limbah Cair Domestik', *Jurnal Presipitasi, Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan* vol. 7, no. 1, hal. 42-47
- Hanafiah, KA, 2004, *Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi*, Raja Grafindo, Jakarta
- Hidayah, EN & Aditia, W, 2010, 'Potensi dan Pengaruh Tanaman Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem *Constructed Wetland*', *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, vol. 2, no. 2, hal. 1-6
- Kristanto, P, 2002, *Ekologi Industri*, Penerbit ANDI Yogyakarta dengan LPPM Universitas Kristen Petra Surabaya
- Kvesitadze, G, Khatishashvili, G, Sadunishvili, T & Ramsden JJ, 2006, *Biochemical Mechanisms of Detoxification in Higher Plant*, Springer – Verlag Berlin, Germany
- Lakitan, B, 2006. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, EGD, Jakarta
- Muhajir, MS, 2013, 'Penurunan BOD dan COD Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (*Typha angustifolia*) dengan Sistem *Constructed Wetland*', Universitas Tanjungpura, Pontianak
- Nasrullah, S, Rita, H & Ulli, K, 2015, 'Pengolahan Limbah Karet dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman *Typha angustifolia*', *Jurnal Teknik Lingkungan*, Universitas Tanjungpura, Pontianak
- Oktavia, Rusyani & Rini, 2013, 'Potensi Tumbuhan Genjer, Kangkung dan Eceng Gondok Sebagai Agen Fitoremediasi pada Air Limbah Laundry yang Mengandung Fosfat', *Skripsi*, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
- Reddy, KR, & De Busk, WF, 1985, 'Nutrient Removal Potential of Selected Aquatic Macrophytes', *jurnal environmental*, vol. 1, hal. 459-462

- Savitri, 2007, 'Pengolahan Limbah Deterjen Sintetik dengan *Trickling Filter*' [Makalah Penelitian] <http://eprints.undip.ac.id>, diakses 29 Agustus 2017
- Sudiro & Agnes, TA, 2013, 'Kajian Efektifitas Tanaman Air *Lemna minor* dan *Hydrilla verticillata* dalam Mereduksi BOD dan COD sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Limbah Cair Industri Tahu', *Jurnal Spectra*, Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional, Malang
- Sumiyati, S, Dwi, SH & Widya, H, 2009, 'Pemanfaatan *Hydrilla verticillata* untuk Menurunkan Logam Tembaga (Cu) dalam Limbah Elektroplating Studi Kasus : Industri Kerajinan Perak Kelurahan Citran, Kotagede', *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan* vol.6, no. 2, hal. 3-26
- Tati, R, 2017, 'Penurunan Kadar Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah Pabrik Tahu dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan Tanaman *Hydrilla verticillata*', *Jurusan Kesehatan Lingkungan*, Politeknik Kesehatan KEMENKES, Bandung
- Utami & Rina, H, 2018, 'The Application of Phytoremediation *Lemna perpusilla* to Increase the Production Performance of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* in a recirculation system', *Jurnal Akuakultur Indonesia* vol. 17, no. 1, hal. 34-42
- Wardhana & Wisnu, A, 2013, *Dampak Pencemaran Lingkungan (Edisi Revisi)*, Penerbit Andi, Yogyakarta