

## Efektivitas Tanaman Lembang (*Typha angustifolia* L.) di Lahan Basah Buatan Dalam Penurunan Kadar TSS, BOD dan Fosfat Pada Air Limbah Industri Laundry

(Effectiveness of Lembang Plant (*Typha angustifolia* L.) in The Constructed Wetland in Decreasing Levels of TSS, BOD and Phosphate of Firm Laundry Wastewater)

Retno Wimbaningrum, Indriana Arianti, Hari Sulistiyowati  
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember  
E-mail: wimbaningrum.fmipa@unej.ac.id

### Abstrak

Industri *laundry* merupakan industri rumah tangga yang menggunakan air dan deterjen dalam melaksanakan aktivitasnya. Deterjen mengandung surfaktan, *builder*, *filler* dan zat aditif yang menyebabkan kadar materi padat tersuspensi total (*total suspended solid*, TSS), kebutuhan oksigen biologi (*biological oxygen demand*, BOD) dan fosfat dalam air limbah *laundry* tinggi sehingga ketika dibuang langsung ke lingkungan dapat menimbulkan pencemaran ekosistem perairan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan efektivitas tanaman lebang (*Typha angustifolia* L.) di lahan basah buatan dalam penurunan kadar TSS, BOD dan fosfat air limbah industri *laundry*. Tanaman *T. angustifolia* ditanam di dalam bak reaktor bervolume 44,73 L yang dasarnya diisi pasir, kerikil dan lempung sebagai media tanam. Air limbah industri *laundry* dialirkan ke dalam bak reaktor melalui *inlet*. Proses fitoremediasi berlangsung enam hari. TSS, BOD, dan fosfat air limbah *laundry* sebelum dan sesudah perlakuan ditentukan kadar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan air limbah *laundry* dengan tanaman *T. angustifolia* dalam lahan basah buatan mampu menurunkan kadar TSS, BOD dan fosfat secara berturut-turut sebesar 50 mg/L, 485,5 mg/L dan 29,1 mg/L. Efektivitas tanaman *T. angustifolia* dalam lahan basah buatan dalam penurunan kadar TSS, BOD dan fosfat secara berturut-turut sebesar 54 %, 22 % dan 39 %.

**Kata Kunci:** deterjen, ekosistem perairan, pencemaran, bak reaktor.

### Abstract

*Laundry industry is a home industry that uses water and detergent in its activities. Detergents contain surfactants, builders, fillers and additives which cause high levels of total suspended solid (TSS), biological oxygen demand (BOD), and phosphate in laundry wastewater which if discharged directly into the environment can cause pollution of aquatic ecosystems. The purpose of this study was to determine the effectiveness of lebang plants (Typha angustifolia L.) in constructed wetlands in decreasing TSS, BOD and phosphate levels of laundry wastewater. Lembang plants were planted in a 44.73 L volume reactor tank, which at the bottom filled with sand, gravel, and clay as a planting medium. Laundry wastewater is flowed into the reactor tank through the inlet. The phytoremediation process lasted six days. The TSS, BOD, and phosphate levels of laundry wastewater before and after treatment are determined. The results showed that laundry wastewater treatment with lebang plants in constructed wetlands could reduce TSS, BOD and phosphate levels by 50 mg / L, 485.5 mg / L and 29.1 mg / L, respectively. Lembang plants in constructed wetlands are effective in reducing TSS, BOD and phosphate levels by 53.86%, 22.22% and 39 %, respectively.*

**Keywords:** aquatic ecosystem, detergents, pollution, reactor tank.

### PENDAHULUAN

Hampir semua industri *laundry* merupakan industri rumah tangga yang menggunakan deterjen dan air dalam menjalankan aktivitasnya. Air limbah industri *laundry* yang mengandung deterjen jika dibuang langsung ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu berpotensi untuk menimbulkan pencemaran pada ekosistem perairan. Upaya mengatasi permasalahan tersebut dilakukan pemerintah dengan menetapkan baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan industri sabun, deterjen dan produk-produk minyak nabati [1]. Parameter yang ditetapkan untuk diukur kadarnya antara lain adalah TSS (60 mg/L), BOD (75 mg/L), dan fosfat (2 mg/L). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kadar BOD dan fosfat dalam air limbah industri *laundry* sebelum diolah adalah lebih tinggi daripada baku mutu. Limbah industri *laundry* di Surabaya

mengandung BOD 397 mg/L dan fosfat 10,6 mg/L [2] sementara itu kadar fosfatnya di Aceh adalah 173 mg/L [3].

Jika air limbah industri *laundry* langsung dibuang ke ekosistem perairan seperti sungai maka senyawa organik di dalam surfaktan dan *builders* deterjen akan didegradasi oleh bakteri secara aerob. Aktivitas bakteri tersebut menyebabkan kadar BOD air sungai menjadi tinggi sedangkan kadar oksigen terlarut menjadi rendah. Kondisi ini dapat menyebabkan kematian biota perairan karena kekurangan oksigen. Selain itu, busa yang ditimbulkan oleh surfaktan dapat menghambat oksigen dari udara untuk masuk ke dalam air. Air limbah industri *laundry* yang keruh mengandung TSS yang tinggi. Kekeuhan air dapat menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam air sungai sehingga mengganggu proses fotosintesis organisme akuatik autotrof. Sementara itu, fosfat dalam *builders* dapat meningkatkan kesuburan air. Perairan yang subur akan

menyebabkan terjadi *blooming* alga yang akan mengganggu ekosistem perairan.

Dengan demikian, limbah industri *laundry* harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Teknologi yang mudah, murah dan efektif dalam penurunan kandungan komponen deterjen dibutuhkan agar proses pengolahan dapat dilakukan secara berkesinambungan oleh pelaku industri *laundry*. Salah satu teknologi yang memenuhi kriteria tersebut adalah fitoremediasi di lahan basah buatan. Fitoremediasi adalah teknologi penggunaan bermacam-macam tanaman untuk mendegradasi, mengekstraksi dan mencegah penyebaran kontaminan di dalam tanah atau air [4]. Lahan basah buatan adalah sistem pengolahan air limbah yang menerapkan proses-proses alami dengan menggunakan kolam atau saluran dangkal (kurang dari 1 m), tanaman air, substrat padat (tanah, pasir dan kerikil) serta mikroorganisme untuk memperbaiki kualitas air limbah [5].

Salah satu tanaman yang telah diketahui berpotensi sebagai fitoremediator yang baik adalah lebang (*Typha angustifolia* L.). Tanaman ini mempunyai daya tahan yang cukup kuat, tidak mudah mati serta mempunyai akar serabut yang sangat lebat sehingga memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap unsur hara. Tanaman ini banyak dijumpai tumbuh di lahan basah di Indonesia. Tanaman *T. angustifolia* telah terbukti dapat menurunkan kadar BOD limbah domestik sebesar 47,4%-91,6% [6]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan efektivitas tanaman lebang (*T. angustifolia* L.) di lahan basah buatan dalam penurunan kadar TSS, BOD dan fosfat air limbah industri *laundry*.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu

Perlakuan fitoremediasi dalam lahan basah buatan dilakukan di Kebun Botani dan analisis kadar TSS, BOD dan fosfat dilakukan di Laboratorium Ekologi. Kedua lokasi tersebut berada di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Jember. Penelitian dilakukan pada bulan September 2019.

### Pelaksanaan Penelitian

Lahan basah buatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa bak reaktor 44,73 L yang berbahan plastik. Dinding bak plastik dilubangi dengan posisi lubang 5 cm di bawah 'bibir' bak sebagai *inlet* dan pada sisi yang berseberangan dengan lubang *inlet* juga dilubangi dengan posisi lubang 10 cm di bawah 'bibir' bak sebagai *outlet*.

Bagian dasar bak diisi dengan lempung, pasir dan kerikil yang telah disterilkan di dalam oven pada temperatur 95°C selama 24 jam [7]. Lempung, pasir dan kerikil menjadi media tanam bagi tanaman *T. angustifolia*. Tanaman yang tumbuh sehat setelah diaklimatisasi selama tujuh hari ditanam di dalam bak reaktor.

Air limbah industri *laundry* yang diambil dari *Laundry Violet* di Jember dialirkan melalui selang menuju *inlet* dan masuk ke dalam bak reaktor yang telah ditanami dengan tanaman *T. angustifolia*. Air limbah industri *laundry* menggenang dan merendam media tanam tanaman sehingga tipe lahan basah pada penelitian ini adalah *Free Water Surface* (FWS). Proses fitoremediasi di dalam bak reaktor berlangsung selama enam hari dan dilakukan pada empat

bak reaktor. Pada hari keenam air limbah dari bak reaktor dialirkan melalui *outlet* dan ditampung dalam timba penampungan untuk kemudian dianalisis kadar TSS, BOD dan fosfat.

### Analisis Air Limbah Laundry Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Air limbah industri *laundry* sebelum dan sesudah perlakuan dianalisis untuk menentukan kadar TSS, BOD dan fosfat. Analisis TSS menggunakan metode gravimetri [8]. Kadar TSS ditentukan berdasarkan persamaan 1.

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{volume sampel (mL)}} \quad (1)$$

Dengan: A = berat kertas saring dengan materi padat yang tersaring setelah dioven, B = berat kertas saring setelah dioven

Kadar BOD ditentukan berdasarkan kadar DO hari ke-0 dan ke-5. Dengan demikian dalam penentuan kadar BOD, yang dianalisis dari air limbah *laundry* adalah kadar DO hari ke-0 dan ke-5. Analisis DO menggunakan metode Winkler [8]. Kadar DO hari ke-0 ( $DO_0$ ) dan ke-5 ( $DO_5$ ) ditentukan berdasarkan persamaan 2.

$$\text{DO (mg/L)} = \frac{a \cdot N \cdot 8000}{V - 4} \quad (2)$$

Dengan a = volume titran natrium thiosulfat (mL), N = normalitas natrium thiosulfat dan V = volume botol Winkler (mL).

Selanjutnya kadar BOD ditentukan dengan memasukkan data  $DO_0$  dan  $DO_5$  ke dalam persamaan 3.

$$\text{BOD (mg/L)} = DO_0 - DO_5 \quad (3)$$

Analisis fosfat ditentukan dengan menggunakan metode *stannous chloride* [8]. Kadar fosfat ditentukan berdasarkan persamaan 4.

$$\text{Fosfat (mg/L)} = C \times fp \quad (4)$$

Dengan C = kadar hasil pengukuran (mg/L) dan fp = faktor pengenceran.

Efektivitas tanaman *Typha angustifolia* L. dalam menurunkan kadar TSS, BOD, dan fosfat ditentukan berdasarkan nilai efisiensi penurunan yang ditentukan berdasarkan persamaan 5.

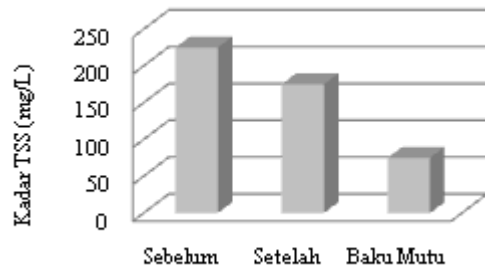
$$E (\%) = \left[ \frac{(C_i - C_o)}{C_i} \right] \times 100 \quad (5)$$

Dengan: E = efisiensi penurunan;  $C_i$  = konsentrasi parameter x sebelum perlakuan; dan  $C_o$  = konsentrasi parameter x setelah perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Efektivitas *T. angustifolia* dalam Penurunan Kadar TSS Air Limbah Industri Laundry

Kadar TSS air limbah industri *laundry* sebelum perlakuan fitoremediasi dengan tanaman *T. angustifolia* dalam lahan basah buatan adalah lebih tinggi (225 mg/L) daripada setelah perlakuan (175 mg/L) (Gambar 1). Efektivitas *T. angustifolia* dalam menurunkan kadar TSS adalah sebesar 22 % (Gambar 4)..



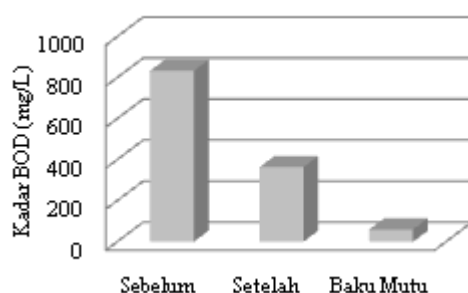
Gambar 1. Kadar TSS sebelum dan setelah perlakuan serta baku mutu

Materi padat tersuspensi total (TSS) dalam air limbah *laundry* akan melekat di permukaan bagian tanaman *T. angustifolia* yang terendam sehingga menyebabkan penurunan kadarnya dalam air limbah *laundry*. Mekanisme ini menunjukkan peran tanaman ini dalam lahan basah buatan yaitu sebagai penangkap polutan. Menurut [9] pengurangan kadar TSS dalam lahan basah buatan dapat terjadi melalui mekanisme intersepsi atau penangkapan oleh tanaman. Hasil penelitian [10] menunjukkan bahwa TSS lebih efektif diturunkan kadarnya pada lahan basah buatan tipe *Free Water Surface*. Selain melalui penangkapan, sedimentasi merupakan mekanisme lain penurunan TSS dalam air limbah *laundry*.

Sistem perakaran tanaman *T. angustifolia* dan juga rhizomanya yang tumbuh di dalam substrat padat di dasar bak reaktor mendorong berlangsungnya proses sedimentasi TSS dan menjaganya agar tidak mengalami suspensi kembali. Hal tersebut disebabkan oleh sistem perakaran dan rhizome tanaman ini memiliki kemampuan untuk menstabilkan substrat padat di dasar bak reaktor. Pengendapan TSS di dasar bak reaktor menyebabkan kadar TSS dalam air limbah *laundry* mengalami penurunan. Menurut [11] dan [9], struktur perakaran tanaman di dalam lahan basah buatan berperan dalam meningkatkan proses sedimentasi TSS dan mencegah resuspensi TSS.

#### Efektivitas *T. angustifolia* dalam Penurunan Kadar BOD Air Limbah Industri Laundry

Kadar BOD air limbah industri *laundry* sebelum perlakuan fitoremediasi dengan tanaman *T. angustifolia* dalam lahan basah buatan (833 mg/L) adalah lebih tinggi daripada setelah perlakuan (364 mg/L) (Gambar 2). Efektivitas tanaman *T. angustifolia* dalam menurunkan kadar BOD adalah sebesar 54 % (Gambar 4).



Gambar 2. Kadar BOD sebelum dan setelah perlakuan serta baku mutu

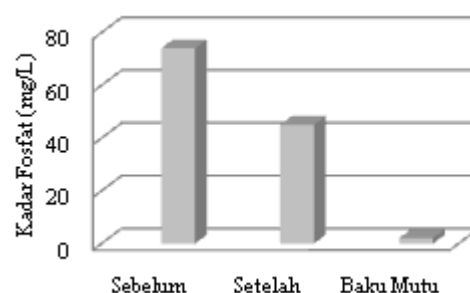
Kadar BOD yang semakin rendah mengindikasikan bahwa terjadi penurunan senyawa organik di dalam air limbah industri *laundry*. Senyawa organik yang berasal dari komponen surfaktan dan *builders* yang telah mengendap ke dasar bak reaktor akan didegradasi oleh bakteri secara aerob di zona perakaran (rhizosfer) tanaman *T. angustifolia*.

Permukaan akar tanaman di dalam lahan basah buatan merupakan habitat bakteri [11]. Bakteri dalam mendegradasi senyawa organik dibantu oleh *T. angustifolia*. Tanaman ini melalui akarnya mengeluarkan eksudat ke zona rhizosfer dan eksudat tersebut memicu berlangsungnya proses degradasi oleh bakteri. Oksigen terlarut yang digunakan oleh bakteri untuk mendegradasi senyawa organik secara aerob berasal dari udara yang masuk ke dalam air limbah *laundry* secara difusi dan dari sistem perakaran tanaman yang dikeluarkan di zona rhizosfer. Menurut UN-HABITAT [12] lahan basah buatan mendapat suplai oksigen dari akar tanaman yang masuk ke zona rhizosfer dan udara yang masuk ke lahan basah secara difusi. Pelepasan oksigen oleh sistem perakaran tanaman akan memperluas zona aerob di dalam lahan basah buatan [13;14;15]. Zona aerob yang luas di sistem perakaran mendorong peningkatan proses degradasi senyawa organik secara aerob [16;17]. Proses degradasi senyawa organik tersebut disebut sebagai rhizodegradasi. Oleh [4] rhizodegradasi disebut juga sebagai degradasi dengan bantuan tanaman.

Proses degradasi tersebut menyebabkan penurunan kadar senyawa organik air limbah *laundry*. Hasil degradasi diabsorpsi oleh tanaman, mikroalga dan bakteri. Senyawa organik yang menurun kadarnya menyebabkan penggunaan DO juga berkurang sehingga kadar BOD air limbah industri *laundry* mengalami penurunan.

#### Efektivitas *T. angustifolia* dalam Penurunan Kadar Fosfat Air Limbah Industri Laundry

Kadar fosfat air limbah industri *laundry* sebelum perlakuan fitoremediasi dengan tanaman *T. angustifolia* dalam lahan basah buatan (74 mg/L) adalah lebih tinggi daripada setelah perlakuan (45 mg/L) (Gambar 3). Efektivitas tanaman *T. angustifolia* dalam penurunan kadar fosfat adalah sebesar 39 % (Gambar 4). Tanaman ini terbukti lebih efektif dalam menurunkan kadar fosfat air limbah industri *laundry* daripada tanaman *Azolla microphylla* yang efektivitasnya hanya sebesar 19,30 % [18].

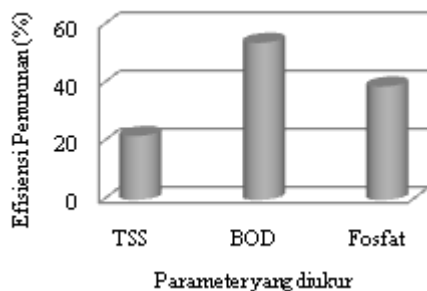


Gambar 3. Kadar fosfat sebelum dan setelah perlakuan serta baku mutu

Fosfat merupakan salah satu nutrisi yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya. Penurunan fosfat air

limbah *laundry* disebabkan oleh penyerapan fosfat oleh tanaman *T. angustifolia*. Fosfat yang diserap akan disimpan

dalam jaringan [19] dan akan dipergunakan untuk pertumbuhan tanaman. Mikroalga yang membentuk biofilm di permukaan daun dan rhizome *T. angustifolia* juga menyerap fosfat. Fosfat dalam lahan basah buatan yang digunakan tanaman dan mikroalga dapat berasal dari proses fragmentasi, *leaching*, mineralisasi, sedimentasi, adsorpsi, dan presipitasi [20].



Gambar 4. Efektivitas *T. angustifolia* di lahan basah buatan tipe *free water surface* dalam penurunan kadar TSS, BOD dan fosfat air limbah industri *laundry*.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman *Typha angustifolia* dalam lahan basah buatan tipe *free surface water* dapat digunakan untuk pengolahan air limbah industri *laundry* karena terbukti mampu menurunkan kadar TSS, BOD dan fosfat.

Penambahan jumlah tanaman perlu dilakukan untuk meningkatkan efektivitasnya dalam menurunkan tiga parameter tersebut sehingga memenuhi baku mutu. Penambahan jumlah tanaman juga diharapkan dapat memperpendek waktu pengolahan.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014. Baku Mutu Air Limbah. 15 Oktober 2015. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 1815.

[2] Raisa DG dan Tangahu BV. 2017. Fitoremediasi air yang tercemar limbah *laundry* dengan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*). *Jurnal Jurnal Teknik ITS*. 6(2): F232-F236.

[3] Dewi, F. 2015. Efisiensi penyerapan fosfat limbah *laundry* menggunakan kangkung air (*Ipomoea aquatic* Forsk) dan jeringau (*Acorus calamus*). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4(1): 7-10.

[4] EPA. 2000. *Introduction to phytoremediation*. EPA/600/R-99/107. Cincinnati. Ohio.

[5] EPA. 2004. *Constructed treatment wetlands*. EPA843-F-03-013. Cincinnati. Ohio.

[6] Hidayah EN dan Wahyu A. 2010. Potensi dan pengaruh tanaman pada pengolahan air limbah domestik dengan sistem *constructed wetland*. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 2(2): 56-61.

[7] Sasaki Y, Hosen Y, Peng S, Nie L, Rodriguez R, Agbisit R, Fernandez L, and Bouman BAM. 2010. Do abiotic factors cause a gradual yield decline under continuous aerobic rice cultivation? A pot experiment with affected field soils. *Soil Science and Plant Nutrition*. 56(3): 476-482.

[8] Clesceri LS, Greenberg AE, and Eaton AD. 1998. *Standard methods for the examination of water and waste water*. 20<sup>th</sup> Ed. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. Washington.

[9] Kadlec RH and Wallace S. 2009. *Treatment wetlands*. CRC. Boca Raton.

[10] Vymazal J. 2010. Constructed wetlands for wastewater treatment. *Water*. 2: 530-549.

[11] Vymazal J. 2011. Plants used in constructed wetlands with horizontal subsurface flow: A review. *Hydrobiologia*. 674: 133-156.

[12] UN-HABITAT. 2008. *Constructed wetlands manual*. UN-HABITAT Water for Asian Cities Programme Nepal. Kathmandu.

[13] Hammer DA and Bastian RK. 1989. Wetland ecosystems: Natural water purifiers? In Hammer, D.A., Ed. *Constructed wetlands for wastewater treatment: municipal, industrial and agricultural*. Lewis Publishers. Chelsea.

[14] Armstrong J and Armstrong W. 1990. Light enhanced convective throughflow increases oxygenation in rhizomes and rhizosphere of *Phragmites australis* (cav) trin ex steud. *New Phytol*. 114: 121-128.

[15] Luederitz V, Eckert E, Lange-Weber M, Lange A, and Gersberg RM. 2001. Nutrient removal efficiency and resource economics of vertical flow and horizontal flow constructed wetlands. *Ecol. Eng*. 18: 157-171.

[16] Barko JW, Gunnison D, and Carpenter SR. 1991. Sediment interactions with submersed macrophyte growth and community dynamics. *Aquat. Bot*. 41: 41-65.

[17] Sorrell BK and Boon PI. 1992. Biogeochemistry of billabong sediments. II. Seasonal-variations in methane production. *Freshw. Biol*. 27: 435-445.

[18] Rizky N, Budiyo, dan Setiani O. 2017. Pengaruh variasi lama kontak tanaman *Azolla Microphylla* terhadap penurunan kadar fosfat dan COD pada limbah *laundry*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 5(1): 55-76.

[19] Zhang Z, Rengel Z, and Meney K. 2007. Nutrient removal from simulated wastewater using *Canna indica* and *Schoenoplectus validus* in Mono- and Mixed-Culture in wetland microcosmos. *Water Air Soil Pollut*. 183: 95-105.

[20] Ayaz SC and Akca L. 2001. Treatment of wastewater by natural system. *Envi. Inter*. 26: 189-195.