

MINI REVIEW : METODE *FLOATING TREATMENT WETLAND* UNTUK PENGOLAHAN AIR LIMBAH PENATU

Dwiegi Safitri Febriani¹⁾, Lita Darmayanti²⁾, Yohanna Lilis Handayani³⁾

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru, Kode 28293
Email: litadarmayanti@eng.unri.ac.id

ABSTRACT

The existence of laundry has a positive impact on the community but actually has a negative impact on the environment. Chemical compounds contained in laundry water such as surfactants, can trigger eutrophication in water bodies. If this is allowed continuously will cause water pollution problems. Floating Treatment Wetland (FTW) comes as an option that can be used to decompose water pollutants by utilizing macrophyte plants. This research aims to describe the application of FTW as one of the potential methods for laundry wastewater treatment because it is minimally costly, environmentally friendly, and sustainable.

Keywords : Laundry wastewater, FTW, water pollution.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Masalah pencemaran air menjadi salah satu permasalahan serius di Indonesia. Salah satu penyebab pencemaran air karena air limbah langsung dibuang menuju drainase atau badan air tanpa diolah terlebih dahulu termasuk air limbah penatu. Bila dibiarkan terus menerus akan menambah daftar panjang problematika pencemaran air di Indonesia. Beberapa solusi ditawarkan untuk mengatasi masalah tersebut namun terkendala oleh biaya operasional yang tinggi dan tenaga ahli.

Floating Treatment Wetland (FTW) hadir sebagai alternatif pilihan untuk sistem pengelolaan limbah karenadinilai murah, efisien, ramah lingkungan, dan bernilai estetis. Konsep *constructed wetland* jenis ini menggunakan akar tanaman yang berada di dasar air untuk menurunkan kadar polutan. Beberapa negara seperti New Zealand, Australia, Singapore, China, United States, dan Alaska telah mengaplikasikan FTW untuk tujuan objek remediasi dan estetika (Indriatmoko & Prahoro, 2016). Meskipun di Indonesia penerapan FTW

belum banyak ditemui, FTW dapat menjadi opsi yang tepat untuk diterapkan pada perumahan/kompleks komersial/institusi/badan air.

Berkaitan dengan uraian di atas, dilakukan analisis dari penelitian - penelitian terdahulu mengenai FTW untuk menyimpulkan potensi teknologi FTW dalam mengurangi pencemaran air dari air limbah penatu.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Sejarah Singkat Floating Treatment Wetland

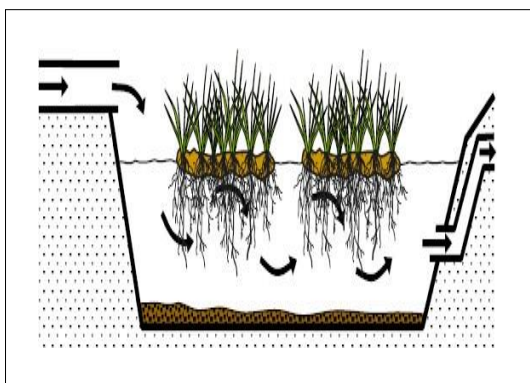
Penerapan metode *Floating Treatment Wetland* (FTW) pertama kali digunakan pada tahun 1717 dan awalnya berfungsi untuk mengurangi tingginya kadar senyawa organik dalam air yang memicu pertumbuhan alga (Chang et al., 2013; Wang et al, 2015; Wang et al 2014; Zhou, 2005 dalam Indriatmoko & Prahoro, 2016).

Pada awalnya FTW dikembangkan dari teknik fitoremediasi dengan menggunakan makrofit untuk mereduksi polutan (Indriatmoko & Prahoro, 2016).

2. Konsep Floating Treatment Wetland

FTW termasuk dalam kategori *constructed wetland*, yang mana umumnya *constructed wetland* menggunakan media tanam untuk menunjang perakaran tumbuhan ataupun tumbuhan *submergent aquatic* yang dapat mengapung dipermukaan air (Pusparinda & Santoso, 2016). Sedangkan FTW, menggunakan *emergent plants* yang ditanam dalam suatu media yang mengapung, sehingga akar dapat menggantung bebas di dalam air sedangkan daun muncul diatas permukaan air (Chua et al, 2012).

Menurut Headley & Tanner (2008) jika dilihat dari berbagai aspek, *Floating Treatment Wetland* (FTW) merupakan gabungan dari berbagai jenis sistem *constructed wetland*, misalnya menggunakan *emergent plants* (mirip dengan sistem *constructed wetland* jenis aliran permukaan dan bawah permukaan) yang tumbuh di *floatingmat* dan mengambang di permukaan badan air seperti kolam daripada berakar pada dasar (Gambar 1).



Gambar 1 Tipikal Cross Section Floating Treatment Wetland

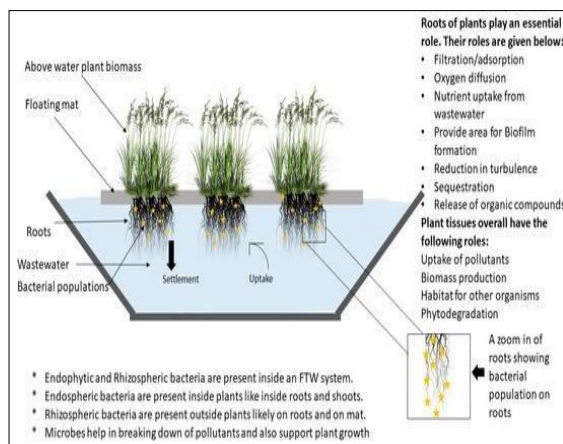
Sumber : Headley & Tanner, 2008

3. Mekanisme Pengolahan FTW

Sample (2013) menjelaskan tentang mekanisme pengolahan polutan pada sistem FTW, sebagai berikut :

1. *Biological uptake* yaitu proses penyerapan polutan dan nutrisi di air yang dilakukan langsung oleh tanaman.
2. Melalui proses pembusukan oleh mikroba, mikroorganisme yang hidup pada *floating mat* dan akar tanaman mengkonsumsi unsur organik yang ada di air.
3. Kemudian akar tanaman menyaring sedimen dan polutan yang ada.

Proses mekanisme pengolahan polutan pada sistem FTW diilustrasikan seperti Gambar 2.



Gambar 2 Mekanisme Pengolahan Polutan pada Sistem FTW

Sumber : Wei et al., 2020

Dilihat dari Gambar 2, batang tanaman selalu berada di atas permukaan air sedangkan akar tanaman tumbuh di bawah permukaan air melalui struktur apung (Headley & Tanner, 2008).

Dalam hal ini, tanaman tumbuh dengan metode hidroponik yang menyerap nutrisi secara langsung dari badan air sebab tidak terdapat tanah

(Headley & Tanner, 2008). Di bawah *floating mat*, terdapat jaringan akar gantung, rhizoma, dan terbentuknya perlekatan biofilm (Headley & Tanner, 2008). Jaringan akar gantung ini berfungsi sebagai area permukaan biologis yang aktif untuk proses biokimia dan proses fisikal seperti penyaringan dan *entrapment* (Headley & Tanner, 2008). Dengan demikian, FTW didesain dengan tujuan untuk memaksimalkan kontak antara jaringan biofilm pada akar dan air tercemar yang telah melewati pusat sistem (Headley & Tanner, 2008).

METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di salah satu *laundry* yang berada di Kota Pekanbaru.

2. Metode Penelitian

Adapun metode *review* yang digunakan adalah dengan menganalisis artikel - artikel terkait FTW dan pengaplikasiannya untuk pengolahan air limbah.

Terdapat 18 literatur yang digunakan sebagai rujukan untuk menulis artikel ini, dengan rincian yaitu 15 artikel internasional, 2 artikel nasional, 1 buku internasional. Literatur yang dipelajari berasal

dari tahun 2005,2008,2012-2016,2018-2021.

3. Prosedur Penelitian

Berikut adalah prosedur dari penelitian ini, yaitu :

1. Memilih jurnal yang terkait dengan FTW dan pengaplikasiannya untuk pengolahan air limbah
2. Membaca jurnal secara keseluruhan dan memahami isinya
3. Menuliskan identitas jurnal seperti nama *author*, tahun terbit, judul jurnal
4. Menuliskan ringkasan metodologi serta hasil penelitian dari jurnal yang telah dibaca dan dipelajari

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Aplikasi *Floating Treatment Wetland* Untuk Pengolahan Air Limbah

Problem mengenai penurunan kualitas air semakin meningkat, sehingga ditemukan beberapa penelitian terkait aplikasi FTW sebagai metode yang murah dan ramah lingkungan untuk pengolahan air limbah.

Tabel 1 menunjukkan perbandingan aplikasi FTW untuk pengolahan berbagai jenis air limbah.

Tabel 1 Perbandingan Aplikasi FTW untuk Pengolahan Air Limbah

Peneliti	Kontaminan	Material	Hasil Penelitian
Rehman et al (2021)	<i>Oil polluted water</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tanaman <i>Phragmites australis</i> dan <i>Typha domingensis</i> 2. Bakteri <i>Acinetobacterjunii</i>, <i>A cinetobacter sp</i>, <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Klebsiella sp</i>. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>P. australis</i> 16 mg/L dan 56 mg/L (tanpa <i>bioaugmentation</i>) 2. <i>T. domingensis</i> : 46 mg/L dan 84 mg/L (tanpa <i>bioaugmentation</i>)

Tabel 2 Perbandingan Aplikasi FTW untuk Pengolahan Air Limbah (Lanjutan)

Peneliti	Kontaminan	Material	Hasil Penelitian
Nawaz et al (2020)	Synthetic textile dye wastewater	1. Tanaman <i>Phragmites australis</i> 2. Strain <i>Acinetobacter junii</i> NT-15, strain <i>Rhodococcus sp.</i> NT-39, strain <i>Pseudomonas indoloxydans</i> NT-38	pH (8.5), EC(1.05 mS cm ⁻¹), TDS(62 mg L ⁻¹), TSS(24 mg L ⁻¹), COD(31 mg L ⁻¹), BOD(19 mg L ⁻¹), color (6.4 m ⁻¹), bacterial survival, heavy metals (Cu (77.5%), Ni(73.3%), Zn(89.7%), Fe(81%), Mn(70%), Pb(65.5%))
Prihatini dkk (2019)	Organic pollutant from river water	1. Tanaman <i>Echinodorus palaefolius</i> dan <i>Limnocharis flava</i>	1. <i>E. palaefolius</i> : BOD (82.19%), COD (77.22%) 2. <i>L. flava</i> : BOD (78.83%),COD (72.75%)
Qamar et al (2019)	Textile wastewater	1. Tanaman <i>Eichorniacrassipers</i> dan <i>Pistia stratiotes</i> 2. Bakteri <i>Bacillus cereus</i> dan <i>Bacillus subtilis</i>	pH(8.80%), EC(40.63%), TDS(41.07%), TSS(45.39%), COD(15.87%), BOD(21.29%)
Tara et al (2019)	Textile Industry Wastewater	1. Tanaman <i>Phragmites australis</i> 2. Bakteri <i>Acinetobacter junii</i> strain NT – 15, <i>Rhodococcus sp</i> strain NT – 39, <i>Pseudomonas indoloxydans</i> strain NT – 38	COD (92 %), BOD (91 %), color (86 %), heavy metals (87%)
Afzal et al (2019)	Oil contaminated water	1. Tanaman <i>Phragmites australis</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Typha domingensis</i> , <i>Leptochloa fusca</i> , <i>Brachiaria mutica</i> , 2. 10 bakteri pengurai hidrokarbon yang berbeda	COD(97.4%), BOD(98.9%), TDS(82.4%), hidrokarbon content(99.1%), heavy metals (80%)
Badu dkk (2018)	Air Limbah Pencucian PT. Kai Yogyakarta	1. Tanaman <i>Eichorniacrassipers</i> dan <i>Pistia stratiotes</i> 2. Bakteri <i>Bacillus cereus</i> dan <i>Bacillus subtilis</i>	1. Bakteri : BOD (30-91%), COD (40-55%), oil and grease (50-87%), oil content (22-64%) 2. Tanpa bakteri : BOD (42-82%),COD (72.75%), oil and grease (50-87%), oil content (22-64%)
Ijaz et al (2016)	Sewage and industrial effluent	1. Tanaman <i>Typha domingensis</i> 2. Endophytic bakteri	COD (87%), BOD ₅ (87.5%), nutrients (N & P), ions (Na ⁺ & K ⁺), Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ : 90%, 39%, 77%, 91.8%, 40%, 60%

2 Potensi FTW Sebagai Metode Pengolahan Air Limbah Penatu
 Dari Tabel 1, diperoleh informasi bahwa *floating treatment wetland* telah dimanfaatkan untuk berbagai

jenis pengolahan air limbah. Jika dilihat dari hasil penelitian, penambahan bakteri dalam sistem FTW memberi dampak positif sehingga menghasilkan efisiensi yang cukup tinggi berdasarkan

parameter kualitas air seperti COD, BOD, TSS, dll.

Setelah memperoleh hasil yang cukup baik dari penelitian terdahulu terkait pengolahan air limbah dengan metode FTW, maka tercipta peluang untuk memanfaatkan FTW sebagai metode pengolahan air limbah yang tidak ada dalam tabel 1, misalnya air limbah penatu. Meskipun demikian, komposisi dan banyaknya air limbah penatu yang dihasilkan dari setiap pencucian bisa sangat berbeda, hal itu disebabkan oleh beberapa faktor seperti tingkat kotoran, jenis cucian, peralatan yang digunakan, serta tipe dan jumlah konsumsi detergen.

Maka, sebelum mengaplikasikan metode FTW disarankan untuk melakukan studi literatur tentang jenis tanaman yang digunakan, komposisi air limbah penatu, pemahaman terkait sifat dan jenis mikroorganisme, parameter kualitas air. Selain itu, perhatikan pula faktor kondisi lingkungan dan cuaca. Sebab, alat, bahan, dan prosedur yang digunakan dalam suatu penelitian tidak bisa serta merta diterapkan di lingkungan lain sehingga butuh disesuaikan dengan kondisi cuaca dan iklim setempat untuk meraih hasil yang optimal.

Oleh karena itu, sebaiknya lakukan percobaan metode FTW skala laboratorium sebelum mengaplikasikan metode FTW untuk skala besar.

KESIMPULAN

Penerapan metode *Floating Treatment Wetland* (FTW) dapat digunakan sebagai opsi teknologi pengolahan air limbah penatu karena minim biaya, ramah lingkungan, dan berkelanjutan sehingga mampu meminimalisir pencemaran air.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk menerapkan metode FTW dalam pengolahan air limbah penatu antara lain jenis tanaman yang

digunakan, komposisi air limbah penatu, pemahaman terkait sifat mikroorganisme, parameter kualitas air, kondisi cuaca dan iklim lingkungan setempat, maupun peralatan, bahan serta prosedur.

DAFTAR PUSTAKA

- Afzal, M., Rehman, K., Shabir, G., Tahseen, R., Ijaz, A., Hashmat, A. J., & Brix, H. (2019). Large-Scale Remediation of Oil-Contaminated Water Using Floating Treatment Wetlands. *Npj Clean Water*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41545-018-0025-7>
- Badu, R. R., Fajri, J. A., & Nurmiyanto, A. (2018). Pengolahan Air Limbah Pencucian PT. KAI Yogyakarta Menggunakan Floating Treatment Wetland Kombinasi dengan Tanaman *Vetiveria Zizanioides* dan Bakteri. *Universitas Islam Indonesia*, 1–14. Retrieved from <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/11021>
- Chang, N. B., Z. Xuan, Z. Marimon, K. Islam, M. P. W. (2013). Exploring Hydrobiogeochemical Processes of Floating Treatment Wetlands in a Subtropical Stormwater Wet Detention Pond. *Ecological Engineering*, 54, 66–76.
- Chua, L. H. C., Tan, S. B. K., Sim, C. H., & Goyal, M. K. (2012). Treatment of Baseflow from an Urban Catchment by a Floating Wetland System. *Ecological Engineering*, 49(March), 170–180. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.08.031>
- Headley, T. R., & Tanner, C. C. (2008). Floating Treatment Wetlands: An Innovative Option for Stormwater Quality Applications. *11th International Conference on*

- Wetland Systems for Water Pollution Control*, 1101–1106.
- Ijaz, A., Iqbal, Z., & Afzal, M. (2016). Remediation of Sewage And Industrial Effluent Using Bacterially Assisted Floating Treatment Wetlands Vegetated With *Typha Domingensis*. *Water Science and Technology*, 74(9), 2192–2201. <https://doi.org/10.2166/wst.2016.405>
- Indriatmoko, & Prahoro, R. P. (2016). An Introduction to Floating Treatment Wetlands And Its Application Potential for Remediation of Citarum Watershed, Indonesia. *Jurnal Teknologi*, 78(4–2), 85–90. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.8186>
- Nawaz, N., Ali, S., Shabir, G., Rizwan, M., Shakoor, M. B., Shahid, M. J., ... Ahmad, P. (2020). Bacterial Augmented Floating Treatment Wetlands For Efficient Treatment of Synthetic Textile Dye Wastewater. *Sustainability (Switzerland)*, 12(9), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su12093731>
- Prihatini, N. S., Mizwar, A., Riduan, R., Irawan, C., & Arifin, Y. F. (2019). Performance of Floating Wetland to Reduce the Organic Matter in River Water. *MATEC Web of Conferences*, 280(5), 05013. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201928005013>
- Pusparinda, L., & Santoso, I. B. (2016). Studi Literatur Perencanaan Floating Treatment Wetland di Indonesia. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17707>
- Qamar, T. M., Mumtaz, H. M., Mohsin, M., Asghar, H. N., Iqbal, M., & Nasir, M. (2019). Development of Floating Treatment Wetlands With Plant Bacteria Partnership to Clean Textile Bleaching Effluent. *Industria Textila*, 70(6), 502–511. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.35530/IT.070.06.1679>
- Rehman, K., Arslan, M., Müller, J. A., Saeed, M., Imran, A., Amin, I., ... Afzal, M. (2021). Bioaugmentation-Enhanced Remediation of Crude Oil Polluted Water in Pilot-Scale Floating Treatment Wetlands. *Water*, 13(20), 2882. <https://doi.org/10.3390/w1320288>
- Sample, D. J. (2013). Innovative Best Management Fact Sheet No. 1: Floating Treatment Wetlands. *Ph.D. Student, Biological Systems Engineering*, (1), 1–5.
- Tara, N., Arslan, M., Hussain, Z., Iqbal, M., Khan, Q. M., & Afzal, M. (2019). On-Site Performance of Floating Treatment Wetland Macrocosms Augmented With Dye-Degrading Bacteria for The Remediation of Textile Industry Wastewater. *Journal of Cleaner Production*, 217, 541–548. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.258>
- Wang, C. Y., D. J. Sample, S. D. Day, T. J. G. (2015). Floating Treatment Wetland Nutrient Removal through Vegetation Harvest and Observations from a Field Study. *Ecological Engineering*, 78, 15–26.
- Wang, Sample, C. Y., & J, D. (2014). Assessment of The Nutrient Removal Effectiveness of Floating Treatment Wetlands Applied to Urban Retention Ponds. *Journal of Environmental Management*, 137, 23–35. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.02.008>
- Wei, F., Shahid, M. J., Alnusairi, G. S. H., Afzal, M., Khan, A., El-Esawi,

M. A., ... Ali, S. (2020). Implementation of Floating Treatment Wetlands for Textile Wastewater Management: A Review. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(14), 1–35. <https://doi.org/10.3390/su12145801>

Zhou, Z. (2005). Historical Chorography of Zhuluo County. *Yuan-Liou Publishing Co.*