



PENGARUH AERASI TERHADAP PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT DENGAN METODE *CONSTRUCTED WETLAND*

Amrul Hasan^{1*}, Haris Kadarusman²

^{1,2} Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Tanjungkarang

Artikel Info :

Received 6 April 2022
Accepted 28 April 2022
Available online 30 April 2022

Editor: Prayudhy Yushananta

Keyword:

Wetlands, aeration, *T. latifolia*, *E. hyemale*

Kata kunci :

Wetlands, aerasi, *T. latifolia*, *E. hyemale*



Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Abstract

The aquatic plant *Typha latifolia*, water bamboo (*Equisetum hyemale*), in constructed wetland (CWs) system as a bioremediation unit is expected to be able to solve problems related to wastewater treatment in health care facilities. This study aims to determine the effect of aeration and types of aquatic plants *T. latifolia* and *E. hyemale* on the reduction of hospital wastewater parameters Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Ammonia, and Total Suspended Solid (TSS) using the CWs method. This study used a quasi-experimental design, namely the provision of aeration and without aeration combined with CWs and aquatic plants *T. latifolia* and *E. hyemale* to treat hospital wastewater parameters (BOD, COD, Ammonia, and TSS) to compare with specified quality standards. The treatment in this study was the provision of aeration in the wetland tub planted with *T. latifolia* and *E. hyemale*. This study found the highest removal percentage for all parameters in WCs with *E. hyemale* without aeration, namely BOD = 72.58%, COD = 82%, TSS 78.77% and ammonia 75.31%. While the lowest removal was in CWs with *T. latifolia* with aeration, namely BOD = 38.81%, COD = 55.14%, TSS = 42.36% and ammonia 36.38%. The most significant decrease in levels was in the COD parameter. This research is not perfect, so it needs to be continued by adding retention time variations and the number of plants.

Kemampuan tumbuhan air *Typha latifolia*, bambu air (*Equisetum hyemale*), dalam sistem lahan basah buatan sebagai unit bioremediator diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan terkait pengolahan limbah cair fasilitas pelayanan kesehatan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh aerasi dan jenis tanaman air *T. latifolia* dan *E. hyemale* terhadap penurunan parameter limbah cair rumah sakit Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), amoniak dan Total Suspended Solid (TSS) menggunakan metode lahan basah buatan (wetland). Penelitian ini menggunakan desain quasi eksperimen dengan rancangan tidak lengkap yaitu pemberian aerasi dan tanpa aerasi yang dikombinasikan dengan wetland dan tanaman air *T. latifolia* dan *E. hyemale* untuk mengolah parameter limbah cair rumah sakit (BOD, COD, amoniak, dan TSS) sehingga memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah pemberian aerasi pada CWs yang ditanami *T. latifolia* dan *E. hyemale*. Penelitian ini menemukan persentase penyisihan tertinggi untuk semua parameter pada WCs dengan *E. hyemale* tanpa aerasi, yaitu BOD = 72,58%, COD = 82%, TSS 78,77% dan amoniak 75,31%. Sedangkan penyisihan terendah pada CWs dengan *T. latifolia* dengan aerasi, yaitu BOD = 38,81%, COD = 55,14%, TSS = 42,36% dan amoniak 36,38%. Penurunan nilai terbesar ada pada parameter COD. Penelitian ini belum sempurna sehingga perlu dilanjutkan dengan menambahkan variabel variasi waktu tinggal dan variasi jumlah tanaman.

* Corresponding author: Amrul Hasan
Jl. Soekarno Hatta No.6, Bandar Lampung, Lampung
Email: amrulhasan@gmail.com

PENDAHULUAN

Pencemaran air limbah merupakan salah satu dampak negatif dari kegiatan pembangunan di

berbagai bidang disamping memberikan dampak positif bagi kesejahteraan rakyat. Selain itu peningkatan pencemaran lingkungan juga

diakibatkan dari meningkatnya jumlah penduduk beserta aktifitasnya.

Limbah yang berbentuk cair apabila tidak dikelola dengan baik bisa menimbulkan bahaya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia serta makhluk hidup lainnya. Fasilitas pelayanan kesehatan sebagai institusi yang bersifat sosial ekonomis mempunyai fungsi dan tugas untuk memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat secara paripurna. Kegiatan pada fasilitas pelayanan kesehatan selain memberikan manfaat bagi masyarakat sekitarnya, juga menimbulkan dampak negatif berupa pencemaran akibat pembuangan limbahnya tanpa melalui proses pengolahan yang benar sesuai dengan prinsip-prinsip pengelolaan lingkungan secara menyeluruh.

Meningkatnya jumlah fasilitas pelayanan kesehatan mengakibatkan potensi pencemaran lingkungan semakin tinggi, karena kegiatan pembuangan limbah khususnya air limbah akan memberikan kontribusi terhadap penurunan tingkat kesehatan manusia. Untuk menciptakan lingkungan yang sehat, nyaman dan berkelanjutan, maka harus dilaksanakan upaya-upaya pengendalian pencemaran lingkungan pada fasilitas pelayanan kesehatan. Dengan dasar tersebut, maka fasilitas pelayanan kesehatan diwajibkan menyediakan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) (Kementrian Kesehatan RI, 2011).

Air limbah yang dihasilkan oleh kegiatan rumah sakit atau fasilitas pelayanan kesehatan yang lain merupakan salah satu sumber pencemaran air yang sangat potensial karena mengandung senyawa organik yang cukup tinggi, senyawa kimia lain yang berbahaya serta mikroorganisme patogen yang berbahaya bagi kesehatan. Oleh karena itu air limbah tersebut harus dikelola dengan baik agar tidak menimbulkan masalah bagi lingkungan maupun kesehatan masyarakat.

Potensi dampak negatif air limbah rumah sakit terhadap lingkungan maupun kesehatan masyarakat sangat besar, sehingga di dalam Keputusan Menteri Kesehatan No. 7 Tahun 2019 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, mengatur bahwa setiap fasilitas pelayanan kesehatan diwajibkan memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL) (Menteri Kesehatan RI, 2019). Sedangkan baku mutu air

limbah mengacu pada Keputusan Menteri Negara Hidup nomor P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik Tersendiri (KemenLHK, 2016).

Fasilitas pelayanan kesehatan yang merupakan fasilitas publik yang tidak mungkin dapat dipisahkan dengan masyarakat, dan keberadaannya sangat diharapkan oleh masyarakat, karena sebagai manusia atau masyarakat tentu menginginkan agar kesehatan tetap terjaga. Oleh karena itu rumah sakit mempunyai kaitan yang erat dengan keberadaan kumpulan manusia atau masyarakat tersebut (Menteri Kesehatan RI, 2019).

Air limbah yang berasal dari limbah rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran air yang sangat potensial. Hal ini disebabkan karena air limbah rumah sakit mengandung senyawa organik yang cukup tinggi juga kemungkinan mengandung senyawa-senyawa kimia lain serta mikro-organisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit terhadap masyarakat di sekitarnya. Oleh karena potensi dampak air limbah rumah sakit terhadap kesehatan masyarakat sangat besar, maka setiap rumah sakit diharuskan mengolah air limbahnya sampai memenuhi persyaratan standar yang berlaku. Berdasarkan ketentuan tersebut maka diperlukan teknologi yang tepat untuk mengolah air limbah tersebut. Salah satu teknologi pengolahan air limbah yang telah digunakan adalah lahan basah buatan *Constructed Wetlands* (UN-HABITAT, 2008).

Constructed Wetland (CWs) adalah sistem pengolahan terencana atau terkontrol yang didesain dan dibangun dengan menggunakan proses alami yang melibatkan vegetasi, media, dan mikroorganisme untuk mengolah air limbah. Tujuannya adalah untuk memperbaiki kualitas air dan mengurangi efek berbahaya dari limbah, serta berkontribusi pada upaya konservasi air. *Wetland* merupakan area-area transisi antara tanah dan air (UN-HABITAT, 2008). Temuan pertama menggunakan *macrophytes* dalam CWs untuk pengolahan air limbah diperkenalkan oleh Käthe Seidel dari Jerman pada tahun 1950, dengan metode yang kita sekarang kenal dengan sebutan *horizontal sub-surface flow*. Reinhold Kickuth, membuat perbaikan pada sistem ini, dan lambat laun metode ini dikenal luas di Eropa

(Vymazal, 2007). Metode CWs telah di terapkan di Rumah Sakit Dhulikhel yang dibangun pada tahun 1997. CWs juga telah diterapkan di daerah bekas industri di Houtan Park China (Kongjian, 2010), Pada kasus tersebut CWs tidak hanya dimanfaatkan sebagai sarana membersihkan air sungai yang tercemar sebanyak 634.000 galon/hari, metode ini meningkatkan juga kualitas air dari kelas D (cocok untuk irigasi lanskap) ke kelas B (cocok untuk kontak manusia) dan hanya menggunakan proses *biologis* (*Landscape performance series*). Selain itu, penerapannya pada lansekap membuat taman Houtan menjadi ruang publik yang lebih dapat dinikmati (Kongjian, 2010).

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh aerasi pada metode CWs dengan dua jenis tanaman (*Typha latifolia* dan *Equisetum hyemale*), terhadap penurunan nilai BOD, COD, TSS dan amoniak.

METODE

1. Desain penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen semu (*quasi eksperimen*), yaitu rancangan penelitian eksperimen yang dilakukan pada kondisi yang tidak memungkinkan mengontrol atau memanipulasikan semua variabel yang relevan (Danim, 2003).

Penelitian ini telah melewati kaji etik dan mendapatkan Persetujuan Etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Politeknik Kesehatan Tanjung Karang Nomor 247/KEPK-TJK/IV/2020.

Penelitian menggunakan limbah cair rumah sakit yang berasal dari bak equalisasi IPAL kemudian dipompa ke dalam bak penampungan penelitian kemudian dialirkan menuju 4 (empat) bak perlakuan yang terbagi menjadi 2 bak ditanami *T. latifolia* dan *E. hyemale* tanpa aerator dan 2 bak ditanami *T. latifolia* dan *E. hyemale* dengan aerator. Satu bak digunakan sebagai bak kontrol.

2. Teknik pengumpulan data

Sampel dalam penelitian ini adalah limbah cair rumah sakit yang di ambil dari *influent* bak penampungan akhir IPAL Rumah Sakit Kota Bandar Lampung dengan jumlah sampel sebanyak 36 kali. Masing-masing perlakuan dengan tanaman *T. latifolia* dengan aerasi dan tanpa aerasi; dan *E. hyemale* dengan aerasi dan

tanpa aerasi di ambil sampel sebanyak 6 kali, ditambah 6 sampel sebelum melalui CWs.

Data primer pada penelitian ini adalah nilai BOD, COD, TSS dan amoniak yang terkandung pada air limbah hasil analisis laboratorium. Pengukuran suhu dan pH air limbah dengan menggunakan alat pH-meter dan hasilnya di catat. Pengambilan sampel air limbah dan ditempatkan dalam botol plastik berukuran 2 liter, selanjutnya dikirim ke Laboratorium untuk dilakukan analisis. Analisis laboratorium terhadap parameter air limbah sesuai dengan standard, yaitu : a) BOD sesuai dengan SNI 6989.72-2009; b) COD sesuai dengan SNI 6989.2-2009; c) amoniak sesuai dengan SNI 06-6989.30-2005; d) Untuk dengan MF (Kadlec and Wallace, 2009). Analisis data dilakukan dengan pendekatan kuantitatif untuk menentukan konsentrasi limbah yang tepat dalam menurunkan parameter pH, BOD, COD, TSS, amoniak, kemudian hasil analisis nya dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 68 tahun 2016. Untuk mengetahui pengaruh aerasi dan jenis tanaman air *T. latifolia* dan *E. hyemale* terhadap efisiensi penyisihan parameter limbah cair rumah sakit maka dilakukan uji *Student's T-test*.

3. Persiapan penelitian

Kegiatan penelitian diawali dengan menyiapkan lahan basah buatan, media tanam (koral sungai berukuran 1–3 cm), dan tanaman air *T. latifolia* dan *E. hyemale*. *T. latifolia* diambil dari rawa-rawa di Desa Sumur Kecamatan Bakau Heni Kabupaten Lampung Selatan. Sedangkan *E. hyemale* dibeli dari pedagang bunga di Kota Bandar Lampung. Sebelum ditanam ke dalam bak lahan basah buatan dilakukan aklimatisasi terlebih dahulu (Hasan & Suprapti, 2021). Tahapan Penelitian di tampilkan pada Gambar 1.

4. Penanaman dan aklimatisasi tanaman

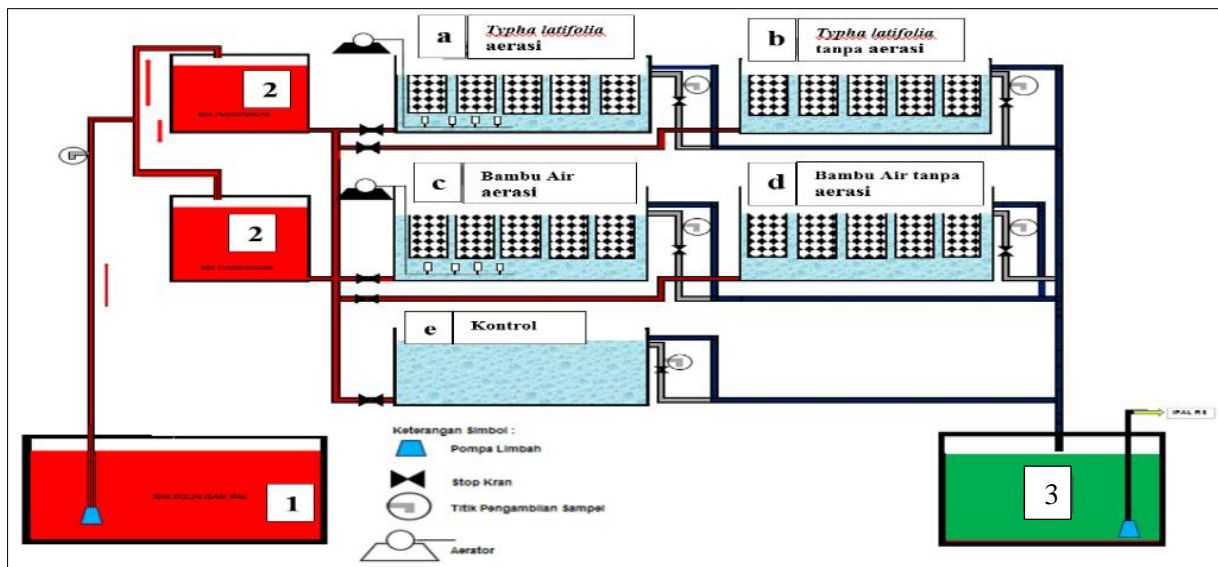
Jumlah rumpun tanaman (*T. latifolia* dan *E. hyemale*) yang ditanam ke dalam setiap bak CWs sebanyak 10 rumpun. Sehingga dibutuhkan masing-masing 40 rumpun *T. latifolia* dan *E. hyemale* (2 bak aerasi dan 2 bak tanpa aerasi).

Setelah proses instalasi, dilakukan aklimatisasi tanaman selama satu bulan, dengan cara mengisi bak lahan basah buatan dengan limbah cair rumah sakit secara terus menerus. Pelaksanaan pengaliran tidak dilakukan selama 24 jam karena

dikhawatirkan terjadi tumpahan meskipun semua pompa telah di atur secara otomatis. Sehingga pengaliran limbah hanya dilakukan ketika ada petugas di IPAL (dari pukul 08.00-15.00).

Air limbah dari bak ekualisasi dipompa ke dalam bak penampungan atas hingga penuh. Selanjutnya kran pengaliran ke bak CWs dibuka

dengan debit 2 liter/menit. Berdasarkan debit dan volume masing-masing jenis penampang (1 m³), maka pengambilan sampel dilakukan setiap dua hari. Sampel diperiksa di Laboratorium Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Tanjungkarang.



Gambar. 1. Instalasi CWs yang digunakan dalam penelitian: (1) Bak ekualisasi; (2) Bak penampungan limbah segar a) *T. Latifolia* dengan aerator, b) *T. Latifolia* tanpa aerator, c) *E. hyemale* dengan aerator, d) *E. hyemale* tanpa aerator; (3) Bak penampungan limbah setelah melewati CWs

6. Pelaksanaan Penelitian

Pengaliran limbah cair menuju CWs dilakukan sebagai berikut: air limbah dari bak ekualisasi IPAL RSD dipompa ke dalam bak penampungan atas. Kemudian dialirkan secara gravitasi menuju bak CWs dengan cara membuka kran pengatur aliran. Air limbah secara bersamaan mengalir melalui pipa PVC diameter 1 inci, menuju ke empat bak CWs yang telah berisi *T. latifolia* dan *E. hyemale*. Setelah air limbah mencapai ketinggian lubang *effluent*, selanjutnya akan mengalir menuju empat bak berikutnya, sampai mencapai lubang *effluent* yang telah di pasangi stop kran sebagai titik pengambilan sampel. Pada ujung masing-masing bak CWs dibuat stopkran sebagai titik pengambilan sampel. Setelah melewati kedelapan bak CWs, air limbah dialirkan kembali ke bak penampungan bawah untuk dipompa kembali ke dalam bak ekualisasi. Pengembalian

air limbah setelah pengujian ke dalam bak ekualisasi karena limbah cair rumah sakit bersifat patogen. Selain itu, selama proses penelitian tidak diperkenankan adanya tumpahan dan keharusan menggunakan alat pelindung bagi petugas.

HASIL

Rata-rata nilai parameter air limbah pada tiap bak CWs dengan *T. latifolia* dan *E. Hyemale*, baik dengan aerasi dan tanpa aerasi beserta kontrol di sajikan pada Tabel 1.

Hasil penelitian (Tabel 1) menunjukkan bahwa semua parameter dari CWs dengan *E. hyemale* tanpa aerasi berada di bawah baku mutu air limbah. Sedangkan CWs dengan *T. latifolia*, parameter BOD dan COD belum memenuhi baku mutu bagi kegiatan fasilitas pelayanan kesehatan.

Tabel. 1. Rata-rata nilai parameter limbah cair rumah sakit berdasarkan perlakuan

Parameter	Baku Mutu	Influen	Kontrol	T1	T2	H1	H2
BOD (mg/L)	50	81,9	63,78	50,42	36,4	27,68	21,73
COD (mg/L)	80	326,67	200	133,33	113,33	76,67	50,00
TSS (mg/L)	30	34,67	30,75	19,83	17,33	13,58	7,42
Amonial (mg/L)	10	8,89	6,12	5,78	3,34	2,83	2,41

T1=*T. latifolia* aerasi, T2= *T. latifolia* tanpa aerasi, H1=*E. hyemale* aerasi, H2=*E. hyemale* tanpa aerasi

Tabel. 2. Penyisihan nilai parameter berdasarkan perlakuan

Parameter	K	P	<i>T. latifolia</i>				<i>E. hyemale</i>			
			T1	P	T2	P	H1	P	H2	P
BOD	18,12	23,17	31,48	38,81	45,50	55,05	54,22	64,01	60,17	72,58
COD	126,67	34,44	193,33	55,14	213,33	62,78	250,00	72,08	276,67	82,78
TSS	3,92	11,62	14,83	42,36	17,33	51,26	21,08	62,17	27,25	78,77
Amoniak	2,77	30,52	3,11	36,38	5,55	66,52	6,06	75,04	6,48	75,31

K=kontrol (mg/L), P=penyisihan (%), T1=*T. latifolia* aerasi (mg/L), T2= *T. latifolia* tanpa aerasi (mg/L), H1=*E. hyemale* aerasi (mg/L), H2=*E. hyemale* tanpa aerasi (mg/L).

Pada Tabel 2 terlihat bahwa penyisihan tertinggi untuk semua parameter pada WCs dengan *E. hyemale* tanpa aerasi, yaitu: BOD = 72,58%, COD = 82%, TSS 78,77% dan amoniak 75,31%. Sedangkan penyisihan terendah pada WCs dengan *T. latifolia* dengan aerasi, yaitu: BOD = 38,81%, COD = 55,14%, TSS = 42,36% dan amoniak 36,38 % dibandingkan dengan kontrol.

Tabel. 3. Hasil *Student's T-test*

Parameter	T1-T2	H1-H2
BOD	0,006	0,212
COD	0,341	0,143
TSS	0,248	0,01
Amoniak	0,031	0,975

T1=*T. latifolia* aerasi, T2= *T. latifolia* tanpa aerasi, H1=*E. hyemale* aerasi, H2=*E. hyemale* tanpa aerasi

Pada WCs dengan tanaman *T. latifolia* (Tabel 3), hasil analisis statistik menunjukkan perbedaan penyisihan nilai parameter yang signifikan antara perlakuan dengan aerasi dan tanpa aerasi, yaitu pada BOD (p -value=0,006) dan amoniak (p -value=0,031). Sementara COD dan TSS tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna (p -value>0,05).

Sedangkan WCs dengan tanaman *E. hyemale* (Tabel 3), perbedaan signifikan pada parameter TSS (p -value=0,01). Sementara parameter BOD, COD, dan amoniak tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna (p -value>0,05). Jika dibandingkan dengan Tabel 1 dan Tabel 2, hasil ini menunjukkan bahwa kemampuan penyisihan

dari WCs dengan *E. Hyemale* tidak dipengaruhi oleh aerasi.

Tabel 4. Hasil uji *Bonferroni*

	Kontrol	T1	T2	H1	H2
BOD					
Kontrol	-	0,144	0,000	0,000	0,000
T1	0,144	-	0,114	0,030	0,000
T2	0,000	0,114	-	1,000	0,068
H1	0,000	0,030	1,000	-	1,000
H2	0,000	0,000	1,000	1,000	-
COD					
Kontrol	-	0,170	0,018	0,001	0,000
T1	0,170	-	1,000	0,467	0,022
T2	0,018	1,000	-	1,000	0,207
H1	0,001	0,467	1,000	-	1,000
H2	0,000	0,207	1,000	1,000	-
TSS					
Kontrol	-	1,000	0,000	0,000	0,000
T1	1,000	-	0,000	0,015	0,000
T2	0,000	0,000	-	0,612	0,000
H1	0,000	0,015	0,612	-	0,063
H2	0,000	0,000	0,000	0,063	0,000
Amoniak					
Kontrol	-	1,000	0,034	0,005	0,005
T1	1,000	-	0,121	0,019	0,018
T2	0,034	0,121	-	1,000	1,000
H1	0,005	0,019	1,000	-	1,000
H2	0,005	0,018	1,000	1,000	-

T1=*T. latifolia* aerasi, T2= *T. latifolia* tanpa aerasi, H1=*E. hyemale* aerasi, H2=*E. hyemale* tanpa aerasi

Tabel 4 menampilkan hasil uji *Bonferroni* untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan, pada masing-masing parameter. Pada perlakuan dengan aerasi, antara WCs dengan *T. latifolia* dan

E. hyemale, hasil analisis menunjukkan perbedaan penyisihan pada parameter BOD (p-value=0,030), TSS (p-value=0,015), amoniak (p-value=0,019).

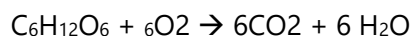
Sedangkan pada kelompok tanpa aerasi, perbedaan signifikan hanya pada parameter TSS (p-value=0,000). Sementara, jika dibandingkan dengan kontrol, perlakuan CWS dengan *T.latifolia* aerasi (T1) tidak menunjukkan perbedaan pada seluruh parameter (p-value>0,05).

PEMBAHASAN

1. CWS dengan *T. latifolia* aerasi

Pengolahan limbah cair dengan metode CWS dengan tanaman *T. latifolia* dengan erasi menunjukkan kemampuan menurunkan nilai BOD =38,83%, COD=55,14%, TSS=42,36% dan amoniak= 36,38%. Kemampuan menurunkan ini walaupun lebih tinggi dari IPAL RSDC, namun perbedaan penurunan secara bermakna hanya untuk parameter TSS, sedangkan untuk parameter lainnya tidak menunjukkan perbedaan. Dibandingkan dengan lainnya, CWS *T. latifolia* dengan aerasi untuk keempat parameter tidak berbeda bermakna dengan CWS tanpa aerasi dan berbeda bermakna dengan CWS bambu air dengan aerasi maupun tanpa aerasi. CWS *T. latifolia* aerasi hanya mampu menurunkan parameter TSS dan amoniak sampai dibawah baku mutu.

Pada CWS dengan penambahan aerasi, terjadi adalah proses aerobik dengan penyisihan organik yang utama berasal dari aktivitas respirasi berdasarkan persamaan reaksi:



Reaksi tersebut menunjukkan peranan oksigen dalam memecah rantai organik menjadi bentuk lain yakni CO_2 dan H_2O . Oleh karena itu, aerasi memiliki peranan penting dalam proses yang terjadi pada reaktor *wetland* (Mena, et al., 2008; Shelef, et al., 2013). Menurut Hidayah. et. All (2018), pengaruh dari aerasi pada sistem *wetland* ini dapat dilihat pada hasil penyisihan pada reaktor dengan aerasi lebih tinggi dibanding dengan yang tanpa aerasi, hal ini disebabkan oleh adanya injeksi udara dari aerator yang meningkatkan kandungan oksigen terlarut pada air limbah didalam reaktor, debit aliran yang

sama, penurunan kandungan BOD pada siklus hari ke-4 memperoleh penurunan BOD sebesar 84% dan terus meningkat sampai tingkat penurunan mencapai 89% pada siklus hari ke-16.

2. CWS dengan *T. latifolia* tanpa aerasi

CWS *T. latifolia* tanpa aerasi relative sama dengan CWS *T. latifolia* aerasi, karena hanya mampu menurunkan nilai parameter TSS dan amoniak saja sampai dibawah baku mutu, dengan catatan rentang nilai TSS masih berada di atas baku mutu. Persentase penurunan nilai parameter CWS *T. latifolia* tanpa aerasi lebih tinggi dari CWS *T. latifolia* aerasi, yaitu sebesar 55,05 % untuk BOD, 62,78 % untuk COD, 51,26 % untuk TSS dan 66,52 % untuk amoniak, namun perbedaan tersebut tidak bermakna. Diantara CWS *T. latifolia* aerasi dan CWS *T. latifolia* tanpa aerasi, tidak terdapat perbedaan penurunan yang bermakna untuk parameter COD dan TSS, perbedaan penurunan yang bermakna ada pada parameter BOD dan amoniak, namun hal ini bukan diakibatkan aerasi, karena penurunan CWS *T. latifolia* tanpa aerasi lebih tinggi dari CWS *T.latifolia* aerasi.

Dari hasil analisis tersebut diketahui ternyata aerasi tidak memberikan pengaruh terhadap penurunan nilai air limbah untuk parameter BOD, COD, TSS dan amoniak. Penelitian menunjukkan bahwa kemampuan penyisihan BOD pada CWS perlakuan lebih baik dibanding CWS kontrol, hal ini dikarenakan adanya proses adsorpsi yang terjadi pada media kerikil maupun zona akar melalui proses pertukaran ion dikarenakan adanya muatan ion (USEPA, 2000). Mikroorganisme yang ada pada reaktor *wetland* yang menguraikan bahan organik menjadi bentuk bentuk yang lebih sederhana, serta adanya peran tumbuhan dalam menyerap nutrient N dan P sehingga membantu menurunkan konsentrasi pencemar pada air limbah (Vymazal, 2011). Penurunan nilai paarameter BOD ini terjadi melalui proses fisik dan biologis.

Penyisihan BOD terjadi karena pengaruh media kerikil yang membantu untuk menangkap dan mengendapkan material partikulat. Selain itu pertumbuhan mikroba pada permukaan media dan menempel pada akar tumbuhan serta penetrasi *rhizoma* membantu menyisihkan BOD

terlarut (Khatuddin, 2003; Randerson, 2006). Hal ini menunjukkan bahwa senyawa organik dalam limbah merupakan sumber nutrisi bagi mikroba yang diolah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Melalui *phytotreatment*, kerjasama antara tumbuhan dan mikroba yang berada pada tumbuhan tersebut merupakan proses yang mampu menurunkan pencemar dalam limbah cair (Hayati, 1992; Shelef et al., 2013). Penelitian Sultana et al., [2015] menunjukkan bahwa waktu detensi 1 hari dapat menurunkan nilai COD hingga 91%. Sedangkan pada penelitian Merino-Solís et al., [2016] menunjukkan efisiensi penyisihan COD hingga 32% dengan waktu detensi 2 hari.

3. CWs dengan *E. hyemale* air aerasi

CWs *E. hyemale* aerasi memiliki persentase menurunkan lebih baik dibandingkan dengan CWs *T. latifolia* dengan aerasi maupun tanpa aerasi. CWS *E. hyemale* aerasi dapat menurunkan nilai BOD rata-rata 64,01 %, COD sebesar 72,08 %, TSS sebesar 62,17 % dan amoniak sebesar 75,04 %. CWs *E. hyemale* aerasi mampu menyisihkan parameter limbah cair dalam penelitian ini. Hasil uji statistik berbeda bermakna dengan CWs *E. hyemale* aerasi dengan CWs *E. hyemale* tanpa aerasi, sementara uji statistik CWS *E. hyemale* aerasi dengan CWs *T. latifolia* dengan aerasi maupun tanpa aerasi tidak berbeda bermakna.

Hasil penelitian ini berkorelasi dengan penelitian sebelumnya, dimana penghilangan TSS menggunakan CWs. Pengolahan limbah cair rumah tangga (grey water) dapat mengurungkan nilai parameter TSS sebesar 94% (Abdel-Shafy, 2009). Hal ini dimungkinkan karena adanya partikel padat yang terperangkap ke dalam media yaitu tanah, pasir, dan kerikil. (Abdel-Shafy, 2009)

Menurut Zhang et al., 2016 mekanisme yang terjadi pada CWs dalam menyisihkan ammonia, yaitu volatilisasi (Zhang et al., 2016). Volatilisasi merupakan proses perubahan ammonia menjadi bentuk gas, pada kondisi basa atau $\text{pH} > 8$ (Bastviken, 2006). Volatilisasi ammonia juga terjadi pada keadaan tanah tergenang, walaupun keadaan tergenang belum tentu menyebabkan terjadinya volatilisasi pada *wetland* (Fillery, et al., 1986). Efisiensi penyisihan ammonia pada reaktor kontrol tidak lebih baik dari reaktor uji yang menggunakan mampu meningkatkan penyisihan nitrogen melalui proses uptake nitrogen dan

proses ini lebih baik daripada proses volatilisasi (Zhang et al., 2016).

4. CWs dengan *E. hyemale* tanpa aerasi

CWs *E. Hyemale* tanpa aerasi memiliki persentase penurunan terbaik untuk semua parameter air limbah. Persentase penurunan parameter BOD sebesar 72,58 %, COD sebesar 82,78 %, TSS sebesar 78,77 % dan amoniak sebesar 75,31 %. Hasil uji statistik diketahui bahwa terdapat perbedaan bermakna antara CWs *E. Hyemale* tanpa aerasi dengan *E. Hyemale* aerasi, CWs *T. latifolia* dengan aerasi maupun tanpa aerasi.

Efisiensi penyisihan COD pada unit CWs menggunakan *E. hymale* berkisar antara 74-95%. Penyisihan COD tertinggi ditunjukkan dengan pengenceran air limbah 60% dengan efisiensi penyisihan hingga 95%, yang tidak mengalami perubahan signifikan dengan pengenceran air limbah 100%. Penelitian Puchlik [2016] menunjukkan bahwa dengan unit CWs dapat menurunkan COD hingga 79,3% dengan menggunakan buluh biasa (*Pragmites australis*), sedangkan pada Dębska et al. Penelitian [2015], pengolahan air limbah domestik menggunakan unit CWs dapat menurunkan nilai COD hingga 94%. Hasil pengolahan air limbah laundry menggunakan CWs dengan *E. hymale* memiliki nilai removal yang sedikit lebih tinggi dibandingkan penelitian sejenis sebelumnya. Penyisihan COD pada CWs terjadi karena media tanah, pasir, dan kerikil menyebabkan adanya mekanisme filtrasi untuk menghilangkan bahan organik. Selain itu media dapat menghasilkan biofilm yang dapat meningkatkan penyisihan bahan organik.

Tumbuhan memegang peranan dalam penyediaan oksigen yang secara prinsip terjadi karena adanya proses fotosintesis. Melalui prinsip difusi, oksigen akan mengalir ke pori-pori daun menuju batang tumbuhan dan menuju ke akar tumbuhan sehingga akan terbentuk zona rizosfer yang kaya akan oksigen diseluruh permukaan akar (Suprihatin, 2014). Pelepasan oksigen oleh akar tumbuhan air menyebabkan adanya kandungan oksigen terlarut yang tinggi dalam air atau media disekitar rambut akar. Hal ini memungkinkan menjadi mikro habitat untuk mikroorganisme aerob melakukan aktivitas

penguraian. Hal ini terlihat dengan adanya efisiensi penurunan parameter organik.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa CWs dengan *E. hyemale* tanpa aerasi lebih efektif dalam menyisihkan parameter BOD, COD, TSS dan amoniak, dibandingkan dengan CWs aerasi. Perlakuan aerasi pada metode CWs dengan tumbuhan *T. latifolia* dan *E. hyemale* tidak menunjukkan pengaruh signifikan pada pengolahan limbah cair rumah sakit. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa metode CWs dapat menurunkan nilai parameter BOD, COD, TSS dan amoniak, sehingga dapat menjadi alternatif dalam mengolah limbah cair rumah sakit. Beberapa keterbatasan yang belum dapat dikendalikan adalah volume limbah cair yang tidak stabil, serta kondisi cuaca yang berubah-ubah, sehingga mempengaruhi hasil penelitian.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada Direktur dan Kepala Pusat PPM Poltekkes Tanjungkarang, Diretur RSUD Kota Bandar Lampung yang telah memberikan izin sehingga penelitian dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

Danim, S. (2003). *Sejarah dan Metodologi*. EGC.

Fraser, L. H., Carty, S. M., & Steer, D. (2004). A test of four plant species to reduce total nitrogen and total phosphorus from soil leachate in subsurface wetland microcosms. *Bioresource technology*, 94(2), 185-192.

Hasan, A., & Suprpti, S. C. (2021). Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit dengan Metode Lahan Basah Buatan (Constructed Wetland) dan Tanaman Air *Typha latifolia*. *Jurnal Kesehatan*, 12(3), 446.
<https://doi.org/10.26630/jk.v12i3.2697>

Hayati, N. (1992). Kemampuan eceng gondok dalam mengubah sifat fisik kimia limbah cair pabrik pupuk urea dan asam formiat. *Institut Teknologi Bandung*.

Hidayah, E. N., Djalalembah, A., Asmar, G. A., & Cahyonugroho, O. H. (2018). Pengaruh aerasi dalam constructed wetland pada pengolahan air limbah domestik. *J Ilmu Lingkungan*, 16(2), 155.

Kadlec, R. H., & Wallace, S. D. (2009). Treatment Wetlands, Second Edition TOC and References. In *Treatment Wetlands, Second Edition*.

Karathanasis, A. D., Potter, C. L., & Coyne, M. S. (2003). Vegetation effects on fecal bacteria, BOD, and suspended solid removal in constructed wetlands treating domestic wastewater. *Ecological engineering*, 20(2), 157-169.

KemenLHK. (2016). Peraturan Menteri LHK No.68 th 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. In *Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan* (Vol. 68, pp. 1-13). Kementerian Lingkungan Hidup.
<http://neo.kemenperin.go.id/files/hukum/19> Permen LHK th 2016 No. P.63 Baku Mutu Air Limbah Domestik.pdf

Kementrian Kesehatan RI. (2011). *Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. Kementerian Kesehatan RI.

Khiatuddin, M. (2003). Pelestarian Sumber Daya Air Dengan Teknologi Rawa. *Bandar Lampung*.

Kongjian, Y. (2010). "Landscape as a living system: Shanghai 2010 Expo Houtan Park",. *Architectural Journal*, 7, 30-35.

Puchlik, M. (2016). Application of constructed wetlands for treatment of wastewater from fruit and vegetable industry. *Journal of Ecological Engineering*, 17(1).

Mena, J., Rodriguez, L., Nuñez, J., Fernández, F. J., & Villaseñor, J. (2008). Design of horizontal and vertical subsurface flow constructed wetlands treating industrial wastewater. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 111, 555-564.

Menteri Kesehatan RI. (2019). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 7 Tahun 2019*. Kementerian Kesehatan RI.

Merino-Solís, M. L., Villegas, E., De Anda, J., & López-López, A. (2015). The effect of the hydraulic retention time on the performance of an ecological wastewater treatment system: an anaerobic filter with a constructed wetland. *Water*, 7(3), 1149-1163.

National Risk Management Research Laboratory (US). (2000). *Introduction to phytoremediation*. National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development, US Environmental Protection

- Agency.
- Risnawati, I., & Damanhuri, T. . (2009). *Penyisihan Logam Pada Lindi Menggunakan Constructed Wetland*. Institut Teknologi Bandung.
- UN-HABITAT. (2008). *Constructed Wetlands Manual. United Nations Human Settlements Programme for Asian Cities*. www.unhabitat.org
- Shelef, O., Gross, A., & Rachmilevitch, S. (2013). Role of plants in a constructed wetland: current and new perspectives. *Water*, 5(2), 405-419.
- Sultana, M. Y., Mourt, C., Tatoulis, T., Akrotos, C. S., Tekerlekopoulou, A. G., & Vayenas, D. V. (2016). Effect of hydraulic retention time, temperature, and organic load on a horizontal subsurface flow constructed wetland treating cheese whey wastewater. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 91(3), 726-732.
- Suprihatin, H. (2014). Kandungan organik limbah cair industri batik Jetis Sidoarjo dan alternatif pengolahannya. *Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau*, 130-138.
- Suswati, A. C. S. P., & Wibisono, G. (2013). Pengolahan Limbah Domestik Dengan Teknologi Taman Tanaman Air (Constructed Wetlands). *The Indonesian Green Technology Journal*, 2(2), 70-77.
- Usman, S., & Santosa, I. (2014). Pengolahan Air Limbah (LINDI) dari Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Menggunakan Metoda Constructed Wetland. *Jurnal Kesehatan Poltekkes Kemenkes Tanjungkarang*, V(2), 98-108.
- Vymazal, J. (2007). Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. *Science of the Total Environment*, 380(1-3), 48-65. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.09.014>
- Vymazal, J., & Kröpfelová, L. (2009). Removal of organics in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow: A review of the field experience. *Science of the Total Environment*, 407(13), 3911-3922. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.08.032>
- Vymazal, J. (2011). Plants used in constructed wetlands with horizontal subsurface flow: a review. *Hydrobiologia*, 674(1), 133-156.
- Wahyudianto, F. E., Oktavetri, N. I., Hariyanto, S., & Maulidia, D. N. (2019). Application of Equisetum hyemale in Constructed Wetland: Influence of Wastewater Dilution and Contact Time. *Journal of Ecological Engineering*, 20(1), 174-179. <https://doi.org/10.12911/22998993/93941>
- Zhang, S., Xiao, R., Liu, F., Zhou, J., Li, H., & Wu, J. (2016). Effect of vegetation on nitrogen removal and ammonia volatilization from wetland microcosms. *Ecological Engineering*, 97, 363-369.