

"PENGARUH AERASI TERHADAP PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT
DENGAN METODE LAHAN BASAH BUATAN (CONSTRUCTED WETLAND)"

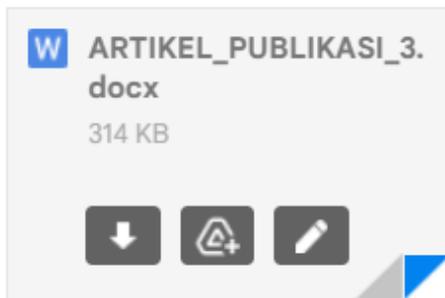
Naskah Publikasi Amrul 



Amrul Hasan <amrulhasan@gmail.com>

kepada mei.ahyanti 

Satu lampiran • Dipindai dengan Gmail 



 Balas

 Teruskan

[RJ] Submission Acknowledgement ▶ Kotak Masuk x



Prayudhy Yushananta, SKM, MKM <ruwajurai@poltekkes-tjk.ac.id>

kepada saya ▼

##default.journalSettings.emailHeader##

Amrul Hasan, SKM, M.Epid:

Thank you for submitting the manuscript, "PENGARUH AERASI TERHADAP PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT DENGAN METODE LAHAN BASAH BUATAN (CONSTRUCTED WETLAND)" to Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL:

<https://ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id/index.php/JKESLING/author/submission/3157>

Username: ahasan1

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Prayudhy Yushananta, SKM, MKM

Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan

JURNAL RUWA JURAI

<http://ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id/index.php/JKESLING>

PENGARUH AERASI TERHADAP PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT DENGAN METODE LAHAN BASAH BUATAN (CONSTRUCTED WETLAND)

Comment [A1]: Tanaman air?

Comment [A2]: Tidak perlu diterjemahkan, cukup pakai constructed wetland

EFFECT OF AERATION ON HOSPITAL LIQUID WASTE TREATMENT WITH THE CONSTRUCTED WETLAND METHOD

Comment [A3]: Waste water

ABSTRAK

Latar belakang: Kemampuan tumbuhan air *Typha latifolia* (~~Broadleaf Cattail~~), **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 *Typha latifolia* dan **Bambu air** (*Equisetum hyemale*) terhadap penurunan parameter limbah cair rumah sakit (BOD, COD, Amoniak dan TSS) menggunakan metode lahan basah buatan (**Wetland**). Penelitian tersebut dilatar belakangi oleh perlunya upaya pemanfaatan kembali limbah cair sebagai salah satu kriteria **green hospital**, sehingga dari aspek ilmu pengetahuan dan teknologi dapat di gunakan sebagai salah satu alternatif dalam pemanfaatan kembali limbah cair terolah sehingga lebih efektif dan efisien dari segi penggunaan air.

Comment [A4]: Perhatikan penggunaan huruf kapital dan tata bahasa.

Comment [A5]: Nama spesies: *Typha latifolia*

Metode: Penelitian ini menggunakan desain **quasi eksperimen** dengan rancangan tidak lengkap yaitu pemberian aerasi dan tanpa aerasi yang dikombinasikan dengan lahan basah buatan (*wetland*) + tanaman air (*Typha latifolia* dan **Bambu air** (*Equisetum hyemale*)) untuk mengolah limbah cair rumah sakit (BOD, COD, Amoniak, dan TSS) agar memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Perlakuan adalah pemberian aerasi **pada bak wetland** yang ditanami *Typha latifolia* (*Broadleaf Cattail*), dan bambu air (*Equisetum hyemale*).

Comment [A6]: Tuliskan secara lengkap, baru diikuti dengan abreviasi dalam tanda kurung. Selanjutnya dapat menggunakan abreviasi.

Hasil: Hasil penelitian ini melaporkan tidak ada pengaruh pemberian aerasi pada pengolahan limbah rumah sakit menggunakan lahan basah (*constructed wetland*) dengan tumbuhan *Typha latifolia* dan *Equisetum hyemale* untuk parameter BOD, COD, TSS, dan Amoniak. Lahan basah buatan dengan tanaman bambu air dapat menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan Amoniak sampai dibawah baku mutu, penurunan kadar terbesar untuk semua parameter ada pada lahan basah dengan tanaman **bambu air** (*Equisetum hyemale*) tanpa aerasi. Penurunan kadar terbesar ada pada parameter COD.

Simpulan: Penelitian ini **belum sempurna** sehingga perlu dilanjutkan dengan menambahkan variabel variasi waktu tinggal dan variasi jumlah tanaman dalam bak **wetland**.

Kata kunci: *Wetlands, Aerasi, Typha latifolia (Broadleaf Cattail), Bambu air (Equisetum hyemale)*

ABSTRACT

Title: Effect Of Aeration On Hospital Liquid Waste Treatment With The Constructed Wetland Method

Background: The ability of aquatic plants *Typha latifolia* (~~Broadleaf Cattail~~), Water bamboo (*Equisetum hyemale*), in an artificial wetland system as a **bioremediator** 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~~ *Typha latifolia* and water bamboo (*Equisetum hyemale*) on reducing hospital wastewater parameters (**BOD, COD, Ammonia and TSS**) using the artificial wetland method (Wetland). This research was motivated by the need for efforts to reuse liquid waste as one of the **green hospital criteria**, so that from the aspect of science and technology it can be used as an alternative in reusing treated liquid waste so that it is more effective and efficient in terms of water use.

Methods: This study uses a quasi-experimental design with an incomplete design, namely providing aeration and without aeration combined with artificial wetlands (wetland) + aquatic plants (*Typha latifolia* and water bamboo (*Equisetum hyemale*)) to treat hospital wastewater (BOD, COD, Ammonia), and TSS) in order to meet the specified quality standards. The treatment was providing aeration in the wetland tub planted with *Typha latifolia* (Broadleaf Cattail) and water bamboo (*Equisetum hyemale*).

Results: The results of this study reported that there was no effect of aeration on hospital waste treatment using a constructed wetland with *Typha latifolia* and *Equisetum hyemale* plants for BOD, COD, TSS, and Ammonia parameters. Artificial wetlands with water bamboo plants can reduce BOD, COD, **TSS and Ammonia** levels to below the quality standard, the greatest decrease in levels for all parameters is in wetlands with water bamboo plants (*Equisetum hyemale*) without aeration. The greatest decrease in levels was in the COD parameter.

Conclusion: This research is not perfect so it needs to be continued by adding **variation of residence time and number** of plants in the wetland tub.

Keywords: *Wetlands, Aerasi, Typha latifolia (Broadleaf Cattail), Bambu air (Equisetum hyemale)*

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 atau limbah cair** (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 No. 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* (CWs) (UN-HABITAT, 2008).

Constructed Wetland adalah sistem pengolahan terencana atau terkontrol yang didesain dan dibangun dengan menggunakan proses alami yang melibatkan vegetasi *constructed wetland*, 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 *constructed wetland* untuk pengolahan air limbah diperkenalkan oleh Käthe Seidel dari Jerman pada tahun 1950s, dengan metode yang kita sekarang kenal dengan sebutan *horizontal sub-surface flow*. Reinhold Kickuth, membuat perbaikan – perbaikan pada sistem ini, dan lambat laun metode ini dikenal luas di Eropa (Vymazal, 2007). Metode *Constructed wetland* telah di terapkan di Rumah Sakit Dhulikhel yang dibangun pada tahun 1997. *Constructed wetland* juga telah diterapkan di daerah bekas industri di Houtan Park China (Kongjian, 2010), Pada kasus tersebut *Constructed wetland* tidak hanya dimanfaatkan sebagai sarana membersihkan air sungai yang tercemar sebanyak 634.000 galon hari, metode ini meningkatkan juga kualitas air dari kelas V (cocok untuk irigasi lanskap) ke kelas II (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).

Comment [A7]: metode *Constructed Wetlands* (CWs). Selanjutnya menggunakan abreviasi CWs

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh aerasi dan jenis tanaman air *Typha latifolia* dan *Bambu air* (*Equisetum hyemale*) pada metode lahan basah buatan terhadap terhadap penyisihan parameter limbah cair rumah sakit (BOD, COD, Amoniak dan TSS).

METODE

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 di pompa ke dalam bak penampungan penelitian kemudian di alirkan menuju 4 (empat) bak perlakuan yang terbagi menjadi 2 bak ditanami *Typha latifolia* dan *Bambu air* (*Equisetum hyemale*) tanpa aerator dan 2 bak ditanami *Typha latifolia* dan *Bambu air* (*Equisetum hyemale*) diberi aerator, dan satu buah bak kontrol.

Sampel dalam penelitian ini adalah limbah cair rumah sakit yang di ambil dari Inlet bak penampungan akhir IPAL Rumah Sakit Kota Bandar Lampung dengan jumlah sampel sebanyak 36 kali, masing-masing perlakuan (*wetland* dengan tanaman *Typha latifolia* dengan aerasi dan tanpa aerasi, *wetland* dengan tanaman *bambu air* (*Equisetum hyemale*) dengan aerasi dan tanpa aerasi) di ambil sampel sebanyak 6 kali ditambah 6 sampel sebelum melalui lahan basah buatan (*wetland*)

Data primer pada penelitian ini adalah kadar 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) Untuk BOD sesuai dengan SNI 6989.72-2009; b) Untuk COD sesuai dengan SNI 6989.2-2009; c) Untuk Amoniak sesuai dengan SNI 06-6989.30-2005; d) Untuk dengan MF (Kadlec & Wallace, 2009). Data sekunder pada penelitian ini adalah Proses Pengolah Limbah.

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 PermenLH No. 68 tahun 2016. Untuk mengetahui pengaruh aerasi dan jenis tanaman air *Typha latifolia* dan *Bambu air* (*Equisetum hyemale*)

Comment [A8]: mengetahui pengaruh aerasi pada metode CWs dengan dua jenis tanaman (*T. latifolia* dan *E. hyemale*), terhadap penurunan nilai BOD, COD, Amoniak dan TSS.

Comment [A9]: Metode terlalu panjang dan monoton. Sebaiknya dikelompokkan menjadi beberapa sub-judul. Penulisan dilakukan secara singkat, jelas, tanpa pengulangan.

Comment [A10]: Sebaiknya perlakuan sampel menggunakan kode sehingga lebih singkat dan lebih mudah dipahami..

Comment [A11]: Di bagian sebelumnya sudah ditulis lengkap, selanjutnya cukup dengan *T. latifolia* dan *E. hyemale*

Comment [A12]: Data apa?

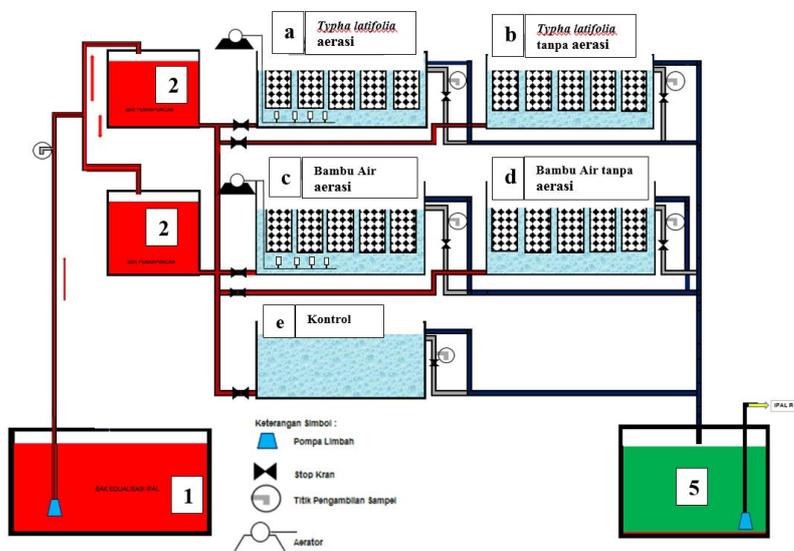
terhadap efisiensi penyisihan parameter limbah cair rumah sakit maka dilakukan uji two way Anova.

Kegiatan penelitian diawali dengan menyiapkan lahan basah buatan, media tanam (koral sungai berukuran 1–3 cm), dan tanaman air (*Typha latifolia* dan *Bambu air* (*Equisetum hyemale*). Tanaman air (*Typha latifolia*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman liar yang diambil dari rawa-rawa di Desa Sumur Kecamatan Bakau Heni Kabupaten Lampung Selatan sedangkan tanaman *bambu air* membeli dari pedagang bung di kota Bandar Lampung, sebelum ditanam ke dalam bak **Lahan Basah Buatan** dilakukan aklimatisasi terlebih dahulu (Hasan & Suprapti, 2021).

Tahapan selanjutnya adalah melakukan mobilisasi **Instalasi** peralatan penelitian di Lokasi penelitian. Penyusunan bak lahan basah buatan. **Menyusun** 8 (delapan) buah bak lahan basah buatan secara berjajar, kemudian di sejajarkan menggunakan waterpas agar didapatkan posisi muka air yang sama pada 8 (delapan) buah bak lahan basah buatan. Menghubungkan 8 (delapan) buah bak lahan basah buatan dengan pipa PVC berukuran 1 inci. Melakukan pengujian aliran dengan mengisi bak lahan basah buatan dengan air bersih. Memasang instalasi aerator pada bak yang di beri perlakuan aerasi. Media tanam hanya koral sungai dengan ukuran 3-5 cm dengan ketebalan 20 cm. hal ini dilakukan untuk mencegah penyumbatan aliran (Hasan & Suprapti, 2021). Melakukan penanaman tanaman air dengan cara meletakkan tanaman di atas lapisan koral pada masing-masing bak. **Pemasangan Bak Penampungan Air Limbah Atas dan Bawah**. Pemasangan instalasi perpipaan dari bak ekualisasi IPAL RS menuju bak penampungan air limbah atas.

Pemasangan instalasi listrik untuk pompa dari bak ekualisasi ipal rs menuju bak penampungan air limbah atas, setelah instalasi perlengkapan penelitian sehingga didapat susunan alat penelitian sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1.

Comment [A13]: SOP → digambarkan dengan diagram alir



Gambar. 1. Instalasi Aliran Limbah Cair dari Bak Equalisasi IPAL melalui Jenis tanaman air, Dialirkan Kembali ke IPAL

Comment [A14]: Gambar kurang jelas

Comment [A15]: Sertakan keterangan gambar, berdasarkan nomor

Comment [A16]: Keterangan gambar atau cara kerja?

Keterangan Gambar 1.

1. Limbah cair dari bak Equalisasi IPAL di Pompa menuju dua buah bak penampungan atas lahan basah buatan. (Outlet pipa di beri pelampung sebagai otomatisasi jika bak penuh sehingga tidak tumpah)
2. Dari bak penampungan atas lahan basah buatan, limbah cair di alirkan secara gravitasi melalui pipa menuju 5 (lima buah bak) percobaan yaitu:
 - a. Bak yang ditanami *Typha latifolia* di beri aerator
 - b. Bak yang ditanami *Typha latifolia* tanpa aerator
 - c. Bak yang ditanami Bambu air di beri aerator
 - d. Bak yang ditanami Bambu air tanpa aerator
 - e. Buah bak kontrol
3. Pipa inlet pada masing-masing bak di pasang stop kran yang berfungsi untuk mengatur laju aliran air.
4. Pipa outlet pada masing-masing bak di pasang kran yang berfungsi sebagai titik pengambilan sampel air.
5. Pipa outlet pada masing-masing bak di sambungkan pada saluran pembuangan menuju bak penampungan bawah wetland, yang telah dilengkapi dengan pompa yang bekerja secara otomatis memompa limbah cair dari bak penampungan bawah menuju Bak Sedimentasi

IPAL jika ketinggian air mencapai titik tertentu, hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya tumpahan limbah cair.

Setelah penyusunan bak lahan basah buatan, instalasi perpipaan, instalasi listrik pompa dan instalasi selang aerator selesai dilaksanakan, langkah selanjutnya melakukan penanaman tanaman Air (*Typha Latifolia*). Jumlah rumpun tanaman yang ditanam ke dalam masing-masing bak lahan basah buatan berjumlah sama yaitu 40 rumpun *Typha latifolia*, dengan pembagian ke dalam masing-masing bak sebagai berikut :

1. 4 (empat) buah bak lahan basah buatan masing-masing bak ditanami sebanyak 10 rumpun *Typha latifolia*. dengan 2 bak yang akan diberi aerasi dan 2 bak tanpa aerasi.
2. 4 (empat) buah bak lahan basah buatan masing-masing bak ditanami sebanyak 10 rumpun bambu air. dengan 2 bak yang akan diberi aerasi dan 2 bak tanpa aerasi.

Proses **Pengaliran Limbah Cair** menuju bak lahan basah buatan dilakukan sebagai berikut :

1. Air limbah dari bak ekualisasi IPAL RSD di pompa ke dalam bak penampungan atas.
2. Kemudian di alirkan secara gravitasi menuju bak lahan basah buatan dengan cara membuka kran pengatur aliran.
3. Air limbah mengalir melalui Pipa PVC diameter 1 inci, menuju ke empat jenis bak lahan basah buatan yang telah berisi media tanam dan tanaman air (*Typha latifolia* dan *Equisetum hyemale*).
4. Pengaliran air limbah menuju ke empat bak lahan basah buatan secara bersamaan.
5. Selanjutnya setelah ke empat bak masing-masing perlakuan mencapai ketinggian lubang outlet selanjutnya akan mengalir menuju empat bak berikutnya, sampai mencapai lubang outlet yang telah di pasang stop kran sebagai titik pengambilan sampel.
6. Pada ujung masing-masing jenis penampang bak lahan basah buatan di buat stop kran sebagai titik pengambilan sampel.
7. Selanjutnya air limbah yang telah melewati ke delapan bak lahan basah buatan, di alirkan kembali ke bak penampungan bawah untuk selanjutnya di pompakan kembali ke bak ekualisasi.
8. Mengingat limbah yang di teliti adalah limbah cair rumah sakit yang berpotensi mengandung mikroorganisme patogen, maka limbah yang telah selesai di teliti harus dikembalikan ke bak egalisasi dan selama proses penelitian tidak diperkenankan adanya tumpahan dan petugas harus menggunakan alat pelindung diri.

Setelah semua proses instalasi selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah aklimatisasi tanaman selama satu bulan, dengan cara mengisi bak lahan basah buatan dengan limbah cair

Comment [A17]: Ditulis dalam bentuk paragraf. Hindari penggunaan sistem nomor (numbering/bullets).

Comment [A18]: Ditulis dalam bentuk paragraf. Hindari penggunaan sistem nomor (numbering/bullets).

rumah sakit secara terus menerus. Pelaksanaan pengaliran tidak dilakukan selama 24 jam karena di khawatirkan terjadi tumpahan meskipun semua pompa telah di atur secara otomatis. Sehingga pengaliran limbah hanya dilakukan ketika ada petugas yang berada di IPAL (dari Pukul 08.00-15.00) selama jam kerja. Air limbah dari bak ekualisasi di pompa ke bak penampungan atas, setelah penuh kran pengaliran ke bak lahan basah buatan di buka dan di atur dengan besar debit 2 liter per menit. Berdasarkan debit 2 liter per menit dengan volume masing-masing jenis penampang 1 m³, maka pengambilan sampel dilakukan setiap 2 hari. Sampel yang diambil kemudian di periksa di Laboratorium Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Tanjungkarang.

HASIL

Rata-rata kadar parameter air limbah pada tiap jenis bak lahan basah buatan yang ditanami *typha latifolia* dan bambu air baik dengan aerasi dan tanpa aerasi beserta kontrol di sajikan pada Tabel 1. sebagai berikut:

Comment [A19]: nilai

Tabel. 1. Rata-rata kadar parameter limbah cair rumah sakit pada outlet

Titik Sampel	BOD	COD	TSS	AMONIAK
Inlet	81,90	326,67	34,67	8,89
Kontrol	63,78	200	30,75	6,12
<i>Typha latifolia</i> aerasi	50,42	133,33	19,83	5,78
<i>Typha latifolia</i> tanpa aerasi	36,40	113,33	17,33	3,34
Bambu air aerasi	27,68	76,67	13,58	2,83
Bambu air tanpa aerasi	21,73	50,00	7,42	2,41

Comment [A20]: Sebaiknya baris (perlakuan) menjadi kolom. Sertakan penurunannya (%).

Comment [A21]: Limbah segar/baku?

Comment [A22]: *T. latifolia*

Comment [A23]: *E. hyemale*

Tabel 1. memberikan gambaran pada outlet bak lahan basah buatan yang ditanami Bambu air tanpa aerasi semua parameter berada di bawah baku mutu dan pada yang lainnya ada memenuhi baku mutu dan ada yang belum memenuhi baku mutu. Sedangkan penyisihan parameter BOD, COD, TSS dan Amoniak ditampilkan pada Tabel 2. Sebagai berikut.

Tabel. 2. Penyisihan Kadar Parameter berdasarkan jenis tanaman air dengan erasi dan tanpa aerasi limbah cair rumah sakit Setelah Melalui Pengolahan Lahan Basah

Outlet	BOD	COD	TSS	AMONIAK
Kontrol	18,12	126,67	3,92	2,77
% Penurunan	23,17	34,44	11,62	30,52
Typha latifolia aerasi	31,48	193,33	14,83	3,11
% Penurunan	38,81	55,14	42,36	36,38
Typha latifolia tanpa aerasi	45,50	213,33	17,33	5,55
% Penurunan	55,05	62,78	51,26	66,52
Bambu air Aerasi	54,22	250,00	21,08	6,06
% Penurunan	64,01	72,08	62,17	75,04
Bambu air tanpa aerasi	60,17	276,67	27,25	6,48
% Penurunan	72,58	82,78	78,77	75,31

Comment [A24]: Tabel 2 dapat digabung dengan Tabel 1, supaya mudah dipahami.

Comment [A25]: Satuan hasil??

Dari Tabel 2. diketahui bahwa presentasi penyisihan tertinggi untuk semua parameter pada bak lahan basah buatan yang di tanami dengan bambu air tanpa aerasi, sedangkan penyisihan terendah untuk semua parameter pada bak lahan basah buatan yang di tanami dengan typha latifolia dengan aerasi dibandingkan dengan lahan basah buatan kontrol.

Tabel. 3. Hasil Uji Beda Dua Rata-Rata (Uji t Independent) Prosentase penyisihan Parameter limbah cair rumah sakit Kota Bandar Lampung

Kelompok	BOD	COD	TSS	AMONIAK
Typha latifolia aerasi				
Typha latifolia tanpa aerasi	0,006	0,341	0,248	0,031
Bambu air Aerasi				
Bambu air tanpa aerasi	0,212	0,143	0,01	0,975

Comment [A26]: Bagian kolom adalah perlakuan.

Comment [A27]: Satuan hasil??

Penyisihan parameter BOD pada pengolahan lahan basah dengan Tanaman Typha latifolia, terdapat perbedaan prosentase penurunan kadar air limbah untuk parameter BOD dan Amoniak, sedangkan pada pengolahan lahan basah dengan tanaman Bambu air hanya pada parameter TSS.

Comment [A28]: Penurunan nilai

Comment [A29]: T. latifolia

Comment [A30]: persentase

Tabel. 4. Hasil Uji Anova dan Bonferoni Parameter BOD

Kelompok	Kontrol	Typha latifolia aerasi	Typha latifolia tanpa aerasi	Bambu air aerasi	Bambu air tanpa aerasi
Kontrol	-	0,144	0,000	0,000	0,000
Typha latifolia aerasi	0,144	-	0,114	0,03	0,000
Typha Non Aerasi	0,000	0,114	-	1,000	0,068
Bambu air Aerasi	0,000	0,03	1,000	-	1,000
Bambu air tanpa aerasi	0,000	0,000	1,000	1,000	-

Penyisihan parameter BOD terdapat perbedaan prosentase antara Pengolahan lahan basah *Typha latifolia* aerasi dengan bambu air Aerasi dan bambu air Tanpa Aerasi. Dengan kontrol hanya *Typha latifolia* aerasi yang tidak terdapat perbedaan prosentase penurunan BOD yang signifikan

Tabel. 5. Hasil Uji Anova dan Bonferoni Parameter COD

Kelompok	Kontrol	<i>Typha latifolia</i> aerasi	<i>Typha latifolia</i> tanpa aerasi	Bambu air Aerasi	Bambu air tanpa aerasi
Kontrol	-	0,170	0,018	0,001	0,000
<i>Typha latifolia</i> aerasi	0,170	-	1,000	0,467	0,022
<i>Typha latifolia</i> tanpa aerasi	0,018	1,000	-	1,000	0,207
Bambu air aerasi	0,001	0,467	1,000	-	1,000
Bambu air tanpa aerasi	0,000		0,207	1,000	-

Tabel. 5. Menyajikan Hasil Uji Anova dan Bonferoni Parameter COD Penyisihan parameter COD diketahui tidak ada perbedaan prosentase penurunan parameter COD antara kontrol dengan *Typha latifolia* aerasi, sedangkan kontrol dengan lainnya terdapat perbedaan *Typha latifolia* aerasi hanya terdapat perbedaan prosentase penurunan COD dengan Bambu air tanpa aerasi

Tabel. 6. Hasil Uji Anova dan Bonferoni Parameter TSS

Kelompok	Kontrol	<i>Typha latifolia</i> aerasi	<i>Typha latifolia</i> tanpa aerasi	Bambu air aerasi	Bambu air tanpa aerasi
Kontrol	-	1,000	0,000	0,000	0,000
<i>Typha latifolia</i> aerasi	1,000	-	0,000	0,015	0,000
<i>Typha latifolia</i> tanpa aerasi	0,000	0,000	-	0,612	0,000
Bambu air aerasi		0,015	0,612	-	0,063
Bambu air tanpa aerasi	0,000	0,000	0,000	0,063	0,000

Berdasarkan Hasil Uji Anova dan Bonferoni Parameter TSS yang ditampilkan pada tabel 6. diketahui tidak terdapat perbedaan prosentase penyisihan parameter TSS pada kontrol dan *Typha latifolia* aerasi, *Typha latifolia* tanpa aerasi dengan Bambu air aerasi dan bambu air aerasi dengan bambu tanpa aerasi.

Tabel. 7. Hasil Uji Anova dan Bonferoni Parameter Amoniak

Kelompok	Kontrol	Typha latifolia aerasi	Typha latifolia tanpa aerasi	Bambu air aerasi	Bambu air tanpa aerasi
Kontrol	-	1,000	0,034	0,005	0,005
Typha latifolia aerasi	1,000	-	0,121	0,019	0,018
Typha latifolia tanpa aerasi	0,034	0,121	-	1,000	1,000
Bambu air aerasi	0,005	0,019	1,000	-	1,000
Bambu air tanpa aerasi	0,005	0,018	1,000	1,000	-

Hasil Uji Anova dan Bonferoni Parameter Amoniak sebagaimana ditampilkan pada Tabel. 7. Diketahui bahwa parameter TSS, pada tanaman *Typha latifolia* dengan aerasi tidak berbeda dengan Kontrol dan *Typha latifolia* tanpa aerasi. *Typha latifolia* tanpa aerasi hanya berbeda dengan kontrol dan bambu air berbeda dengan kontrol dan *Typha latifolia* dengan aerasi

PEMBAHASAN

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah tidak dikendalikannya kadar parameter air limbah pada inlet, kadar parameter air limbah pada inlet berfluktuasi sehingga perbandingan penurunan kadar air limbah dengan melihat prosentase penurunan.

1. Lahan Basah Buatan (Constructed Wetlands)

Constructed wetlands (Lahan basah buatan) adalah unit pengolahan air limbah dengan konsep lahan basah buatan yang dirancang untuk pengolahan limbah cair agar tidak mencemari lingkungan. Konsep yang digunakan adalah proses pengolahan limbah cair secara alami dengan memanfaatkan tanaman air (Vymazal & Kröpfelová, 2009). dekomposisi limbah melalui media tanam, dan mikroorganisme serta gravitasi untuk pengolahan air limbah (Risnawati & Damanhuri, 2009). Penggunaan media tanam terdiri dari media (pasir, kerikil, atau media filter lainnya), tanaman air, atau mikroorganisme dan ekskreta (daun atau batang yang jatuh) (Kadlec & Wallace, 2009).

Metode kerja lahan basah buatan yang dibangun memiliki dua jenis aliran, yaitu : pertama *Free Water Surface* (FWS), di mana air mengalir ke permukaan pusat tanaman; kedua adalah *Subsurface Flow* (SSF), di mana air melalui media tanaman. Alasan untuk memilih ke dua jenis pola aliran tersebut didasarkan atas fenomena alam, di mana pada musim hujan tanaman terendam air dan pada musim kemarau tidak tergenang (Usman & Santosa, 2014). Tipe SSF dibagi menjadi dua jenis tergantung pada tren, yaitu Horizontal (HSSF) dan Vertical (VSSF) (Kadlec & Wallace, 2009). Tanaman yang digunakan di lahan

Comment [A31]: Pembahasan hasil penelitian dibandingkan dengan teori dan hasil penelitian lainnya.

Comment [A32]: Pembahasan masih mengulang hasil yang sudah disampaikan pada bagian sebelumnya. Seharusnya berisi penjelasan temuan penelitian dibandingkan dengan teori dan hasil penelitian-penelitian lainnya.

Comment [A33]: Bukan laporan hasil penelitian mahasiswa → bisa dijelaskan di bagian saran

basah buatan adalah jenis tanaman air, tergantung di mana tanaman air hidup, mereka dapat dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu tanaman yang baru muncul, tanaman daun terapung, tanaman terendam, dan tanaman mengambang bebas (Wahyudianto et al., 2019).

Comment [A34]: Tidak perlu, seharusnya sudah masuk pada bagian introduction.

2. IPAL RSD Kota Bandar Lampung

Instalasi Pengolahan Air Limbah RSD Kota Bandar Lampung sudah dapat menurunkan kadar BOD sebesar 23,17 COD sebesar 34,44 %, TSS sebesar 11,62 % dan Amoniak sebesar 30,52 %, namun besarnya penurunan tersebut belum dapat memenuhi baku mutu air limbah Rumah sakit. Parameter yang sudah memenuhi baku mutu hanya parameter Amoniak. Dari hasil analisis data, IPAL RSDC dalam menurunkan kadar BOD, COD dan Amoniak berbeda bermakna dengan IPAL Lahan Basah Buatan (LBB) hanya dengan LBB *Typha latifolia* Aerasi tidak berbeda bermakna, dengan LBB *Typha latifolia* tanpa aerasi dan LBB bambu air Aerasi dan tanpa aerasi berbeda bermakna. Sedangkan untuk parameter TSS berbeda bermakna dengan seluruh LBB.

Comment [A35]: Artinya ap ajika berbeda makna?

Comment [A36]: Tidak perlu. Seharusnya sudah masuk pada bagian introduction.

Comment [A37]: *T. latifolia*

3. Lahan Basah Buatan (LBB) *Typha latifolia* Aerasi

Pengolahan limbah cair dengan metode LBB dengan tanaman *Typha latifolia* dengan erasi menunjukkan kemampuan menurunkan kadar BOD sampai rata-rata 38,83 %, TSS 55,14 %, TSS 42,36 % dan amoniak sebesar 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 berbeda bermakna. Dibandingkan dengan jenis LBB lainnya, LBB *Typha latifolia* dengan aerasi untuk keempat parameter tidak berbeda bermakna dengan LBB tanpa aerasi dan Berbeda bermakna dengan LBB bambu air dengan aerasi maupun tanpa aerasi. LBB *Typha latifolia* Aerasi hanya mampu menurunkan parameter TSS dan Amoniak sampai dibawah baku mutu, itupu dengan catatan rentang TSS masih melampaui baku mutu.

Comment [A38]: Maksudnya???

4. Lahan Basah Buatan (LBB) *Typha latifolia* Tanpa Aerasi

LBB *Typha latifolia* tanpa aerasi relative sama dengan LBB *Typha latifolia* aerasi, karena hanya mampu menurunkan kadar parameter TSS dan Amoniak saja sampai dibawah baku mutu, dengan catatan rentang kadar TSS masih berada di atas baku mutu. Prosentase penurunan kadar parameter LBB *Typha latifolia* tanpa aerasi lebih tinggi dari LBB *Typha 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 LBB

Typha latifolia aerasi dan LBB *Typha 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 LBB *Typha latifolia* tanpa aerasi lebih tinggi dari LBB *Typha latifolia* aerasi. Dari hasil analisis tersebut diketahui ternyata aerasi tidak memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar air limbah untuk parameter BOD, COD, TSS dan Amoniak.

5. Lahan Basah Buatan bambu air Aerasi

LBB bambu air Aerasi memiliki prosentase menurunkan lebih baik dibandingkan dengan LBB *Typha latifolia* dengan aerasi maupun tanpa aerasi. LBB bambu air Aerasi dapat menurunkan kadar BOD rata-rata 64,01 %, COD sebesar 72,08 %, TSS sebesar 62,17 % dan Amoniak sebesar 75,04 %. LBB bambu air Aerasi sudah dapat menurunkan kadar semua parameter air limbah sampai dibawah baku mutu walau dengan catatan rentang penurunan BOD dan COD masih di atas baku mutu. Dari hasil analisis, prosentase penurunan kadar air limbah untuk semua parameter, LBB bambu air Aerasi berbeda bermakna dengan IPAL RSDC dan LBB *Typha latifolia* dengan aerasi maupun tanpa aerasi dan tidak bermakna dengan LBB bambu air tanpa aerasi.

6. Lahan Basah Buatan bambu air Tanpa Aerasi

LBB bambu air tanpa aerasi memiliki prosentase penurunan terbaik untuk semua parameter air limbah. Prosentase penurun untuk parameter BOD sebesar 72,58 %, COD sebesar 82,78 %, TSS sebesar 78,77 % dan Amoniak sebesar 75,31 %. LBB bambu air Tanpa aerasi dapat menurunkan kadar seluruh parameter sampai dibawah baku mutu, termasuk rentang penurunannya. Dibandingkan dengan LBB bambu air aerasi hanya ada perbedaan bermakna pada parameter TSS, namun demikian secara kuantitatif penurunan oleh LBB bambu air tanpa aerasi dapat memenuhi baku mutu. Dibandingkan dengan IPAL RSDC dan LBB *Typha latifolia* dengan aerasi maupun tanpa aerasi, LBB bambu air tanpa aerasi berbeda bermakna untuk parameter BOD, COD dan TSS, hanya pada parameter Amoniak tidak berbeda bermakna dengan LBB *Typha latifolia* tanpa aerasi. Pada LBB bambu air, tidak ada pengaruh aerasi dalam penurunan kadar parameter, bahkan LBB bambu air Tanpa aerasi secara kuantitas memiliki kemampuan lebih tinggi dalam menurunkan kadar air limbah.

SIMPULAN

Penelitian menyimpulkan tidak ada pengaruh pemberian aerasi pada pengolahan limbah cair Rumah Sakit menggunakan lahan basah (*Constructed Wetland*) dengan tumbuhan *Typha latifolia* dan *Equisetum hyemale* untuk parameter BOD, COD, TSS, Amoniak, pH, Suhu. Pengolahan lahan basah dengan bambu air dapat menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan Amoniak sampai dibawah baku mutu. Parameter Amoniak memenuhi baku mutu dengan atau tanpa pengolahan lahan basah. Penurunan kadar terbesar untuk semua parameter ada pada Lahan Basah dengan tanaman bambu air (*Equisetum hyemale*) tanpa aerasi.

Rekomendasi yang dapat disampaikan dalam penelitian ini adalah dilakukan penelitian lanjutan dengan waktu tinggal yang lebih lama dan mengembangkan penelitian untuk memperoleh penurunan kadar parameter air limbah dengan variabel inlet, waktu tinggal, debit air limbah dan variabel lainnya.

Comment [A39]: Saran sebaiknya diperbaiki, karena ini adalah paper bukan laporan penelitian mahasiswa

UCAPAN TERIMA KASIH

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

DAFTAR PUSTAKA

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

Hasan, A., & Suprapti, 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>

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

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](http://neo.kemenperin.go.id/files/hukum/19%20Permen%20LHK%20th%202016%20No.%20P.63%20Baku%20Mutu%20Air%20Limbah%20Domestik.pdf)

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

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

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

Comment [A40]: Perlu ditambah

Tahun 2019. Kementerian Kesehatan RI.

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

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>

Wahyudianto, F. E., Oktavutri, 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>

**PENGARUH AERASI TERHADAP PENGOLAHAN LIMBAH CAIR
RUMAH SAKIT DENGAN METODE LAHAN BASAH BUATAN
(CONSTRUCTED WETLAND)**

**EFFECT OF AERATION ON HOSPITAL LIQUID WASTE
TREATMENT WITH THE CONSTRUCTED WETLAND METHOD**

ABSTRAK

Latar belakang: Kemampuan tumbuhan air *Typha latifolia* (*Broadleaf Cattail*), *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 *Typha latifolia* dan *Bambu air* (*Equisetum hyemale*) terhadap penurunan parameter limbah cair rumah sakit (BOD, COD, Amoniak dan TSS) menggunakan metode lahan basah buatan (*Wetland*). Penelitian tersebut dilatar belakangi oleh perlunya upaya pemanfaatan kembali limbah cair sebagai salah satu kriteria green hospital, sehingga dari aspek ilmu pengetahuan dan teknologi dapat di gunakan sebagai salah satu alternatif dalam pemanfaatan kembali limbah cair terolah sehingga lebih efektif dan efisien dari segi penggunaan air.

Metode: Penelitian ini menggunakan desain quasi eksperimen dengan rancangan tidak lengkap yaitu pemberian aerasi dan tanpa aerasi yang dikombinasikan dengan lahan basah buatan (*wetland*) + tanaman air (*Typha latifolia* dan *Bambu air* (*Equisetum hyemale*)) untuk mengolah limbah cair rumah sakit (BOD, COD, Amoniak, dan TSS) agar memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Perlakuan adalah pemberian aerasi pada bak *wetland* yang ditanami *Typha latifolia* (*Broadleaf Cattail*), dan bambu air (*Equisetum hyemale*).

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan tidak ada pengaruh pemberian aerasi pada pengolahan limbah rumah sakit menggunakan lahan basah (*constructed wetland*) dengan tumbuhan *Typha latifolia* dan *Equisetum hyemale* untuk parameter BOD, COD, TSS, dan Amoniak. Lahan basah buatan dengan tanaman bambu air dapat menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan Amoniak sampai dibawah baku mutu, penurunan kadar terbesar untuk semua parameter ada pada lahan basah dengan tanaman bambu air (*Equisetum hyemale*) tanpa aerasi. Penurunan kadar terbesar ada pada parameter COD.

Simpulan: Penelitian ini belum sempurna sehingga perlu dilanjutkan dengan menambahkan variabel variasi waktu tinggal dan variasi jumlah tanaman dalam bak *wetland*.

Kata kunci: *Wetlands, Aerasi, Typha latifolia (Broadleaf Cattail), Bambu air (Equisetum hyemale)*

ABSTRACT

Title: Effect Of Aeration On Hospital Liquid Waste Treatment With The Constructed Wetland Method

Background: The ability of aquatic plants *Typha latifolia* (Broadleaf Cattail), Water bamboo (*Equisetum hyemale*), in an artificial wetland system as a bioremediator 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 *Typha latifolia* and water bamboo (*Equisetum hyemale*) on reducing hospital wastewater parameters (BOD, COD, Ammonia and TSS) using the artificial wetland method (Wetland). This research was motivated by the need for efforts to reuse liquid waste as one of the green hospital criteria, so that from the aspect of science and technology it can be used as an alternative in reusing treated liquid waste so that it is more effective and efficient in terms of water use.

Methods: This study uses a quasi-experimental design with an incomplete design, namely providing aeration and without aeration combined with artificial wetlands (wetland) + aquatic plants (*Typha latifolia* and water bamboo (*Equisetum hyemale*)) to treat hospital wastewater (BOD, COD, Ammonia), and TSS) in order to meet the specified quality standards. The treatment was providing aeration in the wetland tub planted with *Typha latifolia* (Broadleaf Cattail) and water bamboo (*Equisetum hyemale*).

Results: The results of this study **reported** that there was no effect of aeration on hospital waste treatment using a constructed wetland with *Typha latifolia* and *Equisetum hyemale* plants for BOD, COD, TSS, and Ammonia parameters. Artificial wetlands with water bamboo plants can reduce BOD, COD, TSS and Ammonia levels to below the quality standard, the greatest decrease in levels for all parameters is in wetlands with water bamboo plants (*Equisetum hyemale*) without aeration. The greatest decrease in levels was in the COD parameter.

Conclusion: This research is not perfect so it needs to be continued by adding variation of residence time and number of plants in the wetland tub.

Keywords: *Wetlands, Aerasi, Typha latifolia (Broadleaf Cattail), Bambu air (Equisetum hyemale)*

Comment [A1]: Dihapus....diganti dgn kata lain yang pas...showed atau yg padanannya.

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 atau limbah cair (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 No. P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik Tersendiri (KemenLHK, 2016).

Comment [A2]: Terlalu Panjang.....langsung ke pokok masalah, bgmna pemecahannya? Tujuannya

Comment [A3]: Dihapus....

Comment [A4]: Dihapus...

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).

Comment [A5]: Dihapus diganti dengan alenia yg bisa menyambungkan dengan yg berikutnya....

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* (CWs) (UN-HABITAT, 2008).

Comment [A6]: Kenapa ini????? Memang metode yang lain tidak ada??? Tunjukkan dengan jurnal/penelitian yg sdh ada.....

Constructed Wetland adalah sistem pengolahan terencana atau terkontrol yang didesain dan dibangun dengan menggunakan proses alami yang melibatkan vegetasi *constructed wetland*, 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 *constructed wetland* untuk pengolahan air limbah diperkenalkan oleh Käthe Seidel dari Jerman pada tahun 1950s, dengan metode yang kita sekarang kenal dengan sebutan *horizontal sub-surface flow*. Reinhold Kickuth, membuat perbaikan – perbaikan pada sistem ini, dan lambat laun metode ini dikenal luas di Eropa (Vymazal, 2007). Metode *Constructed wetland* telah di terapkan di Rumah Sakit Dhulikhel yang dibangun pada tahun 1997. *Constructed wetland* juga telah diterapkan di daerah bekas industri di Houtan Park China (Kongjian, 2010), Pada kasus tersebut *Constructed wetland* tidak hanya dimanfaatkan sebagai sarana membersihkan air sungai yang tercemar sebanyak 634.000 galon hari, metode ini meningkatkan juga kualitas air dari kelas V (cocok untuk irigasi lanskap) ke kelas II (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 dan jenis tanaman air *Typha latifolia* dan Bambu air (*Equisetum hyemale*) pada metode lahan basah buatan terhadap terhadap penyisihan parameter limbah cair rumah sakit (BOD, COD, Amoniak dan TSS).

Comment [A7]: Ini harusnya dijelaskan juga dialneia diatasnya...kenapa ini yg digunakan...sebelumnya yang ada menggunakan apa?

METODE

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 di pompa ke dalam bak penampungan penelitian kemudian di alirkan menuju 4 (empat) bak perlakuan yang terbagi menjadi 2 bak ditanami *Typha latifolia* dan Bambu air (*Equisetum hyemale*) tanpa aerator dan 2 bak ditanami *Typha latifolia* dan Bambu air (*Equisetum hyemale*) diberi aerator, dan satu buah bak kontrol.

Sampel dalam penelitian ini adalah limbah cair rumah sakit yang di ambil dari Inlet bak penampungan akhir IPAL Rumah Sakit Kota Bandar Lampung dengan jumlah sampel sebanyak 36 kali, masing-masing perlakuan (*wetland* dengan tanaman *Typha latifolia* dengan aerasi dan tanpa aerasi, *wetland* dengan tanaman bambu air (*Equisetum hyemale*) dengan aerasi dan tanpa aerasi) di ambil sampel sebanyak 6 kali ditambah 6 sampel sebelum melalui lahan basah buatan (*wetland*)

Data primer pada penelitian ini adalah kadar 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) Untuk BOD sesuai dengan SNI 6989.72-2009; b) Untuk COD sesuai dengan SNI 6989.2-2009; c) Untuk Aminiak sesuai dengan SNI 06-6989.30-2005; d) Untuk dengan MF (Kadlec & Wallace, 2009). Data sekunder pada penelitian ini adalah Proses Pengolah Limbah.

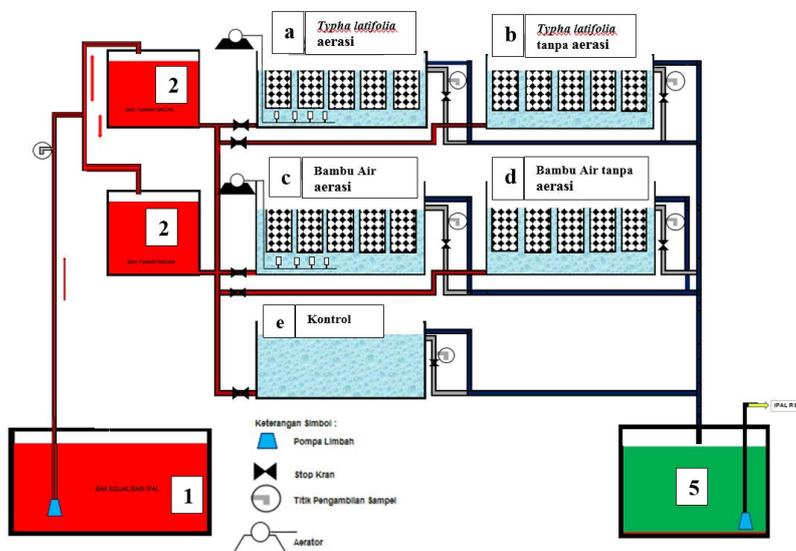
Analisis data dilakukan dengan pendekatan kuantitatif untuk menentukan konsentrasi limbah yang tepat dalam menurunkan parameter pH, BOD, COD, TSS, Amoniak, kemudian hasil analisis nya dibandingkan dengan PermenLH No. 68 tahun 2016. Untuk mengetahui pengaruh aerasi dan jenis tanaman air *Typha latifolia* dan Bambu air (*Equisetum hyemale*)

terhadap efisiensi penyisihan parameter limbah cair rumah sakit maka dilakukan uji two way Anova.

Kegiatan penelitian diawali dengan menyiapkan lahan basah buatan, media tanam (koral sungai berukuran 1–3 cm), dan tanaman air (*Typha latifolia* dan *Bambu air (Equisetum hyemale)*). Tanaman air (*Typha latifolia*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman liar yang diambil dari rawa-rawa di Desa Sumur Kecamatan Bakau Heni Kabupaten Lampung Selatan sedangkan tanaman bambu air membeli dari pedagang bung di kota Bandar Lampung, sebelum ditanam ke dalam bak Lahan Basah Buatan dilakukan aklimatisasi terlebih dahulu (Hasan & Suprapti, 2021).

Tahapan selanjutnya adalah melakukan mobilisasi Instalasi peralatan penelitian di Lokasi penelitian. Penyusunan bak lahan basah buatan. Menyusun 8 (delapan) buah bak lahan basah buatan secara berjajar, kemudian di sejajarkan menggunakan waterpas agar didapatkan posisi muka air yang sama pada 8 (delapan) buah bak lahan basah buatan. Menghubungkan 8 (delapan) buah bak lahan basah buatan dengan pipa PVC berukuran 1 inci. Melakukan pengujian aliran dengan mengisi bak lahan basah buatan dengan air bersih. Memasang instalasi aerator pada bak yang di beri perlakuan aerasi. Media tanam hanya koral sungai dengan ukuran 3-5 cm dengan ketebalan 20 cm. hal ini dilakukan untuk mencegah penyumbatan aliran (Hasan & Suprapti, 2021). Melakukan penanaman tanaman air dengan cara meletakkan tanaman di atas lapisan koral pada masing-masing bak. Pemasangan Bak Penampungan Air Limbah Atas dan Bawah. Pemasangan instalasi perpipaan dari bak ekualisasi IPAL RS menuju bak penampungan air limbah atas.

Pemasangan instalasi listrik untuk pompa dari bak ekualisasi ipal rs menuju bak penampungan air limbah atas, setelah instalasi perlengkapan penelitian sehingga didapat susunan alat penelitian sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar. 1. Instalasi Aliran Limbah Cair dari Bak Equalisasi IPAL melalui Jenis tanaman air, Dialirkan Kembali ke IPAL

Keterangan Gambar 1.

1. Limbah cair dari bak Equalisasi IPAL di pompa menuju dua buah bak penampungan atas lahan basah buatan. (Outlet pipa di beri pelampung sebagai otomatisasi jika bak penuh sehingga tidak tumpah)
2. Dari bak penampungan atas lahan basah buatan, limbah cair di alirkan secara gravitasi melalui pipa menuju 5 (lima buah bak) percobaan yaitu:
 - a. Bak yang ditanami *Typha latifolia* di beri aerator
 - b. Bak yang ditanami *Typha latifolia* tanpa aerator
 - c. Bak yang ditanami Bambu air di beri aerator
 - d. Bak yang ditanami Bambu air tanpa aerator
 - e. Buah bak kontrol
3. Pipa inlet pada masing-masing bak di pasang stop kran yang berfungsi untuk mengatur laju aliran air.
4. Pipa outlet pada masing-masing bak di pasang kran yang berfungsi sebagai titik pengambilan sampel air.
5. Pipa outlet pada masing-masing bak di sambungkan pada saluran pembuangan menuju bak penampungan bawah wetland, yang telah dilengkapi dengan pompa yang bekerja secara otomatis memompa limbah cair dari bak penampungan bawah menuju Bak Sedimentasi

IPAL jika ketinggian air mencapai titik tertentu, hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya tumpahan limbah cair.

Setelah penyusunan bak lahan basah buatan, instalasi perpipaan, instalasi listrik pompa dan instalasi selang aerator selesai dilaksanakan, langkah selanjutnya melakukan penanaman tanaman Air (*Typha Latifolia*). Jumlah rumpun tanaman yang ditanam ke dalam masing-masing bak lahan basah buatan berjumlah sama yaitu 40 rumpun *Typha latifolia*, dengan pembagian ke dalam masing-masing bak sebagai berikut :

1. 4 (empat) buah bak lahan basah buatan masing-masing bak ditanami sebanyak 10 rumpun *Typha latifolia*. dengan 2 bak yang akan diberi aerasi dan 2 bak tanpa aerasi.
2. 4 (empat) buah bak lahan basah buatan masing-masing bak ditanami sebanyak 10 rumpun bambu air. dengan 2 bak yang akan diberi aerasi dan 2 bak tanpa aerasi.

Proses Pengaliran Limbah Cair menuju bak lahan basah buatan dilakukan sebagai berikut :

1. Air limbah dari bak ekualisasi IPAL RSD di pompa ke dalam bak penampungan atas.
2. Kemudian di alirkan secara gravitasi menuju bak lahan basah buatan dengan cara membuka kran pengatur aliran.
3. Air limbah mengalir melalui Pipa PVC diameter 1 inci, menuju ke empat jenis bak lahan basah buatan yang telah berisi media tanam dan tanaman air (*Typha latifolia* dan *Equisetum hyemale*).
4. Pengaliran air limbah menuju ke empat bak lahan basah buatan secara bersamaan.
5. Selanjutnya setelah ke empat bak masing-masing perlakuan mencapai ketinggian lubang outlet selanjutnya akan mengalir menuju empat bak berikutnya, sampai mencapai lubang outlet yang telah di pasang stop kran sebagai titik pengambilan sampel.
6. Pada ujung masing-masing jenis penampang bak lahan basah buatan di buat stop kran sebagai titik pengambilan sampel.
7. Selanjutnya air limbah yang telah melewati ke delapan bak lahan basah buatan, di alirkan kembali ke bak penampungan bawah untuk selanjutnya di pompakan kembali ke bak ekualisasi.
8. Mengingat limbah yang di teliti adalah limbah cair rumah sakit yang berpotensi mengandung mikroorganisme patogen, maka limbah yang telah selesai di teliti harus dikembalikan ke bak egalisasi dan selama proses penelitian tidak diperkenankan adanya tumpahan dan petugas harus menggunakan alat pelindung diri.

Setelah semua proses instalasi selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah 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 di khawatirkan terjadi tumpahan meskipun semua pompa telah di atur secara otomatis. Sehingga pengaliran limbah hanya dilakukan ketika ada petugas yang berada di IPAL (dari Pukul 08.00-15.00) selama jam kerja. Air limbah dari bak ekualisasi di pompa ke bak penampungan atas, setelah penuh kran pengaliran ke bak lahan basah buatan di buka dan di atur dengan besar debit 2 liter per menit. Berdasarkan debit 2 liter per menit dengan volume masing-masing jenis penampang 1 m³, maka pengambilan sampel dilakukan setiap 2 hari. Sampel yang diambil kemudian di periksa di Laboratorium Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Tanjungkarang.

HASIL

Rata-rata kadar parameter air limbah pada tiap jenis bak lahan basah buatan yang ditanami typha latifolia dan bambu air baik dengan aerasi dan tanpa aerasi beserta kontrol di sajikan pada Tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Rata-rata kadar parameter limbah cair rumah sakit pada outlet

Titik Sampel	BOD	COD	TSS	AMONIAK
Inlet	81,90	326,67	34,67	8,89
Kontrol	63,78	200	30,75	6,12
Typha latifolia aerasi	50,42	133,33	19,83	5,78
Typha latifolia tanpa aerasi	36,40	113,33	17,33	3,34
Bambu air aerasi	27,68	76,67	13,58	2,83
Bambu air tanpa aerasi	21,73	50,00	7,42	2,41

Tabel 1. memberikan gambaran pada outlet bak lahan basah buatan yang ditanami Bambu air tanpa aerasi semua parameter berada di bawah baku mutu dan pada yang lainnya ada memenuhi baku mutu dan ada yang belum memenuhi baku mutu. Sedangkan penyisihan parameter BOD, COD, TSS dan Amoniakpersentase ditampilkan pada Tabel 2. Sebagai berikut.

Comment [A8]: Tidak perlu...

Tabel. 2. Penyisihan Kadar Parameter berdasarkan jenis tanaman air dengan erasi dan tanpa aerasi limbah cair rumah sakit Setelah Melalui Pengolahan Lahan Basah

Outlet	BOD	COD	TSS	AMONIAK
Kontrol	18,12	126,67	3,92	2,77
% Penurunan	23,17	34,44	11,62	30,52
Typha latifolia aerasi	31,48	193,33	14,83	3,11
% Penurunan	38,81	55,14	42,36	36,38
Typha latifolia tanpa aerasi	45,50	213,33	17,33	5,55
% Penurunan	55,05	62,78	51,26	66,52
Bambu air Aerasi	54,22	250,00	21,08	6,06
% Penurunan	64,01	72,08	62,17	75,04
Bambu air tanpa aerasi	60,17	276,67	27,25	6,48
% Penurunan	72,58	82,78	78,77	75,31

Dari Tabel 2. diketahui bahwa **presentasi** penyisihan tertinggi untuk semua parameter pada bak lahan basah buatan yang di tanami dengan bambu air tanpa aerasi, sedangkan penyisihan terendah untuk semua parameter pada bak lahan basah buatan yang di tanami dengan typha latifolia dengan aerasi dibandingkan dengan lahan basah buatan kontrol.

Comment [A9]: persentase

Tabel. 3. Hasil Uji Beda Dua Rata-Rata (Uji t Independent) **Prosentase** penyisihan Parameter limbah cair rumah sakit Kota Bandar Lampung

Kelompok	BOD	COD	TSS	AMONIAK
Typha latifolia aerasi				
Typha latifolia tanpa aerasi	0,006	0,341	0,248	0,031
Bambu air Aerasi				
Bambu air tanpa aerasi	0,212	0,143	0,01	0,975

Comment [A10]: persentase.....

Penyisihan parameter BOD pada pengolahan lahan basah dengan Tanaman *Typha latifolia*, terdapat perbedaan **prosentase** penurunan kadar air limbah untuk parameter BOD dan Amoniak, sedangkan pada pengolahan lahan basah dengan tanaman Bambu air hanya pada parameter TSS.

Tabel. 4. Hasil Uji **Anova dan Bonferoni** Parameter BOD

Kelompok	Kontrol	Typha latifolia aerasi	Typha latifolia tanpa aerasi	Bambu air aerasi	Bambu air tanpa aerasi
Kontrol	-	0,144	0,000	0,000	0,000
Typha latifolia aerasi	0,144	-	0,114	0,03	0,000
Typha Non Aerasi	0,000	0,114	-	1,000	0,068
Bambu air Aerasi	0,000	0,03	1,000	-	1,000
Bambu air tanpa aerasi	0,000	0,000	1,000	1,000	-

Comment [A11]: Berarti ada 2 ya????? Tapi di hasil kok Cuma satu???? Apa tidak Anova saja????? Mohon dicek lagi..... sama untuk tabel berikutnya !!!

Anova yang mana dan Bonferoni yang mana hasilnya???...bisa dieri penjelasan /keterangan dibawah tabel....

Penyisihan parameter BOD terdapat perbedaan prosentase antara pengolahan lahan basah Typha latifolia aerasi dengan bambu air Aerasi dan bambu air Tanpa Aerasi. Dengan kontrol hanya Typha latifolia aerasi yang tidak terdapat perbedaan prosentase penurunan BOD yang signifikan

Comment [A12]: ????

Tabel. 5. Hasil Uji Anova dan Bonferoni Parameter COD

Kelompok	Kontrol	Typha latifolia aerasi	Typha latifolia tanpa Aerasi	Bambu air Aerasi	Bambu air tanpa aerasi
Kontrol	-	0,170	0,018	0,001	0,000
Typha latifolia aerasi	0,170	-	1,000	0,467	0,022
Typha latifolia tanpa aerasi	0,018	1,000	-	1,000	0,207
Bambu air aerasi	0,001	0,467	1,000	-	1,000
Bambu air tanpa aerasi	0,000		0,207	1,000	-

Tabel. 5. Menyajikan Hasil Uji Anova dan Bonferoni Parameter COD Penyisihan parameter COD diketahui tidak ada perbedaan prosentase penurunan parameter COD antara kontrol dengan Typha latifolia aerasi, sedangkan kontrol dengan lainnya terdapat perbedaan Typha latifolia aerasi hanya terdapat perbedaan prosentase penurunan COD dengan Bambu air tanpa aerasi

Tabel. 6. Hasil Uji Anova dan Bonferoni Parameter TSS

Kelompok	Kontrol	Typha latifolia aerasi	Typha latifolia tanpa aerasi	Bambu air aerasi	Bambu air tanpa aerasi
Kontrol	-	1,000	0,000	0,000	0,000
Typha latifolia aerasi	1,000	-	0,000	0,015	0,000
Typha latifolia tanpa aerasi	0,000	0,000	-	0,612	0,000
Bambu air aerasi		0,015	0,612	-	0,063
Bambu air tanpa aerasi	0,000	0,000	0,000	0,063	0,000

Berdasarkan Hasil Uji Anova dan Bonferoni Parameter TSS yang ditampilkan pada tabel 6. diketahui tidak terdapat perbedaan prosentase penyisihan parameter TSS pada kontrol dan Typha latifolia aerasi, Typha latifolia tanpa aerasi dengan Bambu air aerasi dan bambu air aerasi dengan bambu tanpa aerasi.

Tabel. 7. Hasil Uji Anova dan Bonferoni Parameter Amoniak

Kelompok	Kontrol	Typha latifolia aerasi	Typha latifolia tanpa aerasi	Bambu air aerasi	Bambu air tanpa aerasi
Kontrol	-	1,000	0,034	0,005	0,005
Typha latifolia aerasi	1,000	-	0,121	0,019	0,018
Typha latifolia tanpa aerasi	0,034	0,121	-	1,000	1,000
Bambu air aerasi	0,005	0,019	1,000	-	1,000
Bambu air tanpa aerasi	0,005	0,018	1,000	1,000	-

Hasil Uji Anova dan Bonferoni Parameter Amoniak sebagaimana ditampilkan pada Tabel. 7. Diketahui bahwa parameter TSS, pada tanaman *Typha latifolia* dengan aerasi tidak berbeda dengan Kontrol dan *Typha latifolia* tanpa aerasi. *Typha latifolia* tanpa aerasi hanya berbeda dengan kontrol dan bambu air berbeda dengan kontrol dan *Typha latifolia* dengan aerasi

PEMBAHASAN

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah tidak dikendalikannya kadar parameter air limbah pada inlet, kadar parameter air limbah pada inlet berfluktuasi sehingga perbandingan penurunan kadar air limbah dengan melihat prosentase penurunan.

1. Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetlands*)

Constructed wetlands (Lahan basah buatan) adalah unit pengolahan air limbah dengan konsep lahan basah buatan yang dirancang untuk pengolahan limbah cair agar tidak mencemari lingkungan. Konsep yang digunakan adalah proses pengolahan limbah cair secara alami dengan memanfaatkan tanaman air (Vymazal & Kröpfelová, 2009). dekomposisi limbah melalui media tanam, dan mikroorganisme serta gravitasi untuk pengolahan air limbah (Risnawati & Damanhuri, 2009). Penggunaan media tanam terdiri dari media (pasir, kerikil, atau media filter lainnya), tanaman air, atau mikroorganisme dan ekskreta (daun atau batang yang jatuh) (Kadlec & Wallace, 2009).

Metode kerja lahan basah buatan yang dibangun memiliki dua jenis aliran, yaitu : pertama *Free Water Surface* (FWS), di mana air mengalir ke permukaan pusat tanaman; kedua adalah *Subsurface Flow* (SSF), di mana air melalui media tanaman. Alasan untuk memilih ke dua jenis pola aliran tersebut didasarkan atas fenomena alam, di mana pada musim hujan tanaman terendam air dan pada musim kemarau tidak tergenang (Usman & Santosa, 2014). Tipe SSF dibagi menjadi dua jenis tergantung pada tren, yaitu Horizontal (HSSF) dan Vertical (VSSF) (Kadlec & Wallace, 2009). Tanaman yang digunakan di lahan

Comment [A13]: Focus bahas hasilnya yang disajikan ditabel dan sesuaikan dengan tujuan...! Baru masuk teori dan penelitian lain yg mendukung.....

basah buatan adalah jenis tanaman air, tergantung di mana tanaman air hidup, mereka dapat dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu tanaman yang baru muncul, tanaman daun terapung, tanaman terendam, dan tanaman mengambang bebas (Wahyudianto et al., 2019).

Comment [A14]: Ini tinjauan Pustaka.....bukan pembahasan...

2. IPAL RSD Kota Bandar Lampung

Instalasi Pengolahan Air Limbah RSD Kota Bandar Lampung sudah dapat menurunkan kadar BOD sebesar 23,17 COD sebesar 34,44 %, TSS sebesar 11,62 % dan Amoniak sebesar 30,52 %, namun besarnya penurunan tersebut belum dapat memenuhi baku mutu air limbah Rumah sakit. Parameter yang sudah memenuhi baku mutu hanya parameter Amoniak. Dari hasil analisis data, IPAL RSDC dalam menurunkan kadar BOD, COD dan Amoniak berbeda bermakna dengan IPAL Lahan Basah Buatan (LBB) hanya dengan LBB *Typha latifolia* Aerasi tidak berbeda bermakna, dengan LBB *Typha latifolia* tanpa aerasi dan LBB bambu air Aerasi dan tanpa aerasi berbeda bermakna. Sedangkan untuk parameter TSS berbeda bermakna dengan seluruh LBB.

Comment [A15]: Merujuk tabel berapa?????

Comment [A16]: Kenapa demikian? Ini yang dibahas.....

3. Lahan Basah Buatan (LBB) *Typha latifolia* Aerasi

Pengolahan limbah cair dengan metode LBB dengan tanaman *Typha latifolia* dengan erasi menunjukkan kemampuan menurunkan kadar BOD sampai rata-rata 38,83 %, TSS 55,14 %, TSS 42,36 % dan amoniak sebesar 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 berbeda bermakna. Dibandingkan dengan jenis LBB lainnya, LBB *Typha latifolia* dengan aerasi untuk keempat parameter tidak berbeda bermakna dengan LBB tanpa aerasi dan Berbeda bermakna dengan LBB bambu air dengan aerasi maupun tanpa aerasi. LBB *Typha latifolia* Aerasi hanya mampu menurunkan parameter TSS dan Amoniak sampai dibawah baku mutu, itupu dengan catatan rentang TSS masih melampaui baku mutu.

Comment [A17]: Merujuk tabel mana?????

Comment [A18]: Kenapa bisa demikian???? Jelaskan berdasarkan reference dan jurnal....

4. Lahan Basah Buatan (LBB) *Typha latifolia* Tanpa Aerasi

LBB *Typha latifolia* tanpa aerasi relative sama dengan LBB *Typha latifolia* aerasi, karena hanya mampu menurunkan kadar parameter TSS dan Amoniak saja sampai dibawah baku mutu, dengan catatan rentang kadar TSS masih berada di atas baku mutu. Prosentase penurunan kadar parameter LBB *Typha latifolia* tanpa aerasi lebih tinggi dari LBB *Typha 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 LBB

Comment [A19]: Idem dengan yg diatas carai bahas...rujuk tabel????

Typha latifolia aerasi dan LBB *Typha 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 LBB *Typha latifolia* tanpa aerasi lebih tinggi dari LBB *Typha latifolia* aerasi. Dari hasil analisis tersebut diketahui ternyata aerasi tidak memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar air limbah untuk parameter BOD, COD, TSS dan Amoniak.

5. Lahan Basah Buatan bambu air Aerasi

LBB bambu air Aerasi memiliki prosentase menurunkan lebih baik dibandingkan dengan LBB *Typha latifolia* dengan aerasi maupun tanpa aerasi. LBB bambu air Aerasi dapat menurunkan kadar BOD rata-rata 64,01 %, COD sebesar 72,08 %, TSS sebesar 62,17 % dan Amoniak sebesar 75,04 %. LBB bambu air Aerasi sudah dapat menurunkan kadar semua parameter air limbah sampai dibawah baku mutu walau dengan catatan rentang penurunan BOD dan COD masih di atas baku mutu. Dari hasil analisis, prosentase penurunan kadar air limbah untuk semua parameter, LBB bambu air Aerasi berbeda bermakna dengan IPAL RSDC dan LBB *Typha latifolia* dengan aerasi maupun tanpa aerasi dan tidak bermakna dengan LBB bambu air tanpa aerasi.

6. Lahan Basah Buatan bambu air Tanpa Aerasi

LBB bambu air tanpa aerasi memiliki prosentase penurunan terbaik untuk semua parameter air limbah. Prosentase penurun untuk parameter BOD sebesar 72,58 %, COD sebesar 82,78 %, TSS sebesar 78,77 % dan Amoniak sebesar 75,31 %. LBB bambu air Tanpa aerasi dapat menurunkan kadar seluruh parameter sampai dibawah baku mutu, termasuk rentang penurunannya. Dibandingkan dengan LBB bambu air aerasi hanya ada perbedaan bermakna pada parameter TSS, namun demikian secara kuantitatif penurunan oleh LBB bambu air tanpa aerasi dapat memenuhi baku mutu. Dibandingkan dengan IPAL RSDC dan LBB *Typha latifolia* dengan aerasi maupun tanpa aerasi, LBB bambu air tanpa aerasi berbeda bermakna untuk parameter BOD, COD dan TSS, hanya pada parameter Amoniak tidak berbeda bermakna dengan LBB *Typha latifolia* tanpa aerasi. Pada LBB bambu air, tidak ada pengaruh aerasi dalam penurunan kadar parameter, bahkan LBB bambu air Tanpa aerasi secara kuantitas memiliki kemampuan lebih tinggi dalam menurunkan kadar air limbah.

Comment [A20]:

Comment [A21]: Idem yg diatasnya.....kalua seperti ini semua maka ini lebih tepatnya hasil karena belum ada pembahasannya...

SIMPULAN

Penelitian menyimpulkan tidak ada pengaruh pemberian aerasi pada pengolahan limbah cair Rumah Sakit menggunakan lahan basah (*Constructed Wetland*) dengan tumbuhan *Typha latifolia* dan *Equisetum hyemale* untuk parameter BOD, COD, TSS, Amoniak, pH, Suhu. Pengolahan lahan basah dengan bambu air dapat menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan Amoniak sampai dibawah baku mutu. Parameter Amoniak memenuhi baku mutu dengan atau tanpa pengolahan lahan basah. Penurunan kadar terbesar untuk semua parameter ada pada Lahan Basah dengan tanaman bambu air (*Equisetum hyemale*) tanpa aerasi.

Rekomendasi yang dapat disampaikan dalam penelitian ini adalah dilakukan penelitian lanjutan dengan waktu tinggal yang lebih lama dan mengembangkan penelitian untuk memperoleh penurunan kadar parameter air limbah dengan variabel inlet, waktu tinggal, debit air limbah dan variabel lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

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

DAFTAR PUSTAKA

- Danim, S. (2003). *Sejarah dan Metodologi*. EGC.
- Hasan, A., & Suprapti, 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>
- Kadlec, R. H., & Wallace, S. D. (2009). *Treatment Wetlands, Second Edition TOC and References*. In *Treatment Wetlands, Second Edition*.
- 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](http://neo.kemenperin.go.id/files/hukum/19%20Permen%20LHK%20th%202016%20No.%20P.63%20Baku%20Mutu%20Air%20Limbah%20Domestik.pdf)
- Kementrian Kesehatan RI. (2011). *Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. Kementerian Kesehatan RI.
- Kongjian, Y. (2010). "Landscape as a living system: Shanghai 2010 Expo Houtan Park",. *Architectural Journal*, 7, 30–35.
- Menteri Kesehatan RI. (2019). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 7*

Comment [A22]: Literatur primer baru 4 dari 14 reference baru 36 persen

Tahun 2019. Kementerian Kesehatan RI.

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

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>

Wahyudianto, F. E., Oktavitri, 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>

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

EFFECT OF AERATION ON HOSPITAL WASTE WATER TREATMENT WITH THE CONSTRUCTED WETLAND METHOD

Abstrak

Latar belakang: 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 tersebut dilatar belakangi oleh perlunya upaya pemanfaatan kembali limbah cair sebagai salah satu kriteria *green hospital*, sehingga dari aspek ilmu pengetahuan dan teknologi dapat di gunakan sebagai salah satu alternatif dalam pemanfaatan kembali limbah cair terolah sehingga lebih efektif dan efisien dari segi penggunaan air.

Metode: 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 bak *wetland* yang ditanami *T. latifolia* dan *E. hyemale*.

Hasil: Hasil penelitian ini menemukan tidak ada pengaruh pemberian aerasi pada pengolahan limbah rumah sakit menggunakan *CWs* dengan tumbuhan *T. latifolia* dan *E. hyemale* untuk parameter BOD, COD, TSS, dan Amoniak. Lahan basah buatan dengan tanaman bambu air dapat menurunkan nilai BOD, COD, TSS dan Amoniak sampai dibawah baku mutu, penurunan nilai terbesar untuk semua parameter ada pada lahan basah dengan tanaman *E. hyemale*) tanpa aerasi. Penurunan nilai terbesar ada pada parameter COD.

Simpulan: Penelitian ini belum sempurna sehingga perlu dilanjutkan dengan menambahkan variabel variasi waktu tinggal dan variasi jumlah tanaman dalam bak *wetland*.

Kata kunci: *wetlands, aerasi, T. latifolia, E. hyemale*

Abstract

Title: Effect Of Aeration On Hospital Waste Water Treatment With The Constructed Wetland Method

Background: The ability of the aquatic plant *Typha latifolia*, water bamboo (*Equisetum hyemale*), in an artificial wetland system as a bioremediator 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 wetland method. artificial (wetland). This research was motivated by the need for efforts to reuse liquid waste as one of the green hospital criteria, so that from the aspect of science and technology it can be used as an alternative in reusing treated liquid waste so that it is more effective and efficient in terms of water use.

Methods: This study used a quasi-experimental design with an incomplete design, namely the provision of aeration and without aeration combined with wetland and aquatic plants *T. latifolia* and *E. hyemale* to treat hospital wastewater parameters (BOD, COD, Ammonia, and TSS) so that meet the specified quality standards. The treatment in this study was the provision of aeration in the wetland tub planted with *T. latifolia* and *E. hyemale*.

Results: The results of this study found that there was no effect of aeration on hospital waste treatment using CWs with *T. latifolia* and *E. hyemale* plants for BOD, COD, TSS, and Ammonia parameters. Artificial wetlands with water bamboo plants can reduce BOD, COD, TSS and Ammonia levels to below the quality standard, the greatest decrease in levels for all parameters is in wetlands with *E. hyemale* plants without aeration. The greatest decrease in levels was in the COD parameter.

Conclusion: This research is not perfect, so it needs to be continued by adding variations in residence time and variations in the number of plants in the wetland tub.

Keywords: *wetlands, aeration, T. latifolia, E. hyemale*

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 No. 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* (CWs) (UN-HABITAT, 2008). Selanjutnya disebut CWs.

Constructed Wetland selanjutnya disingkat CWs adalah sistem pengolahan terencana atau terkontrol yang didesain dan dibangun dengan menggunakan proses alami yang melibatkan vegetasi *cws*, 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 *constructed wetland* untuk pengolahan air limbah diperkenalkan oleh Käthe Seidel dari Jerman pada tahun 1950s, 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 lanskap 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 (*T. latifolia* dan *E. hyemale*), terhadap penurunan nilai BOD, COD, Amoniak dan TSS.

METODE

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 di pompa ke dalam bak penampungan penelitian kemudian di alirkan 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* diberi aerator, dan satu buah bak kontrol.

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 *wetland* dengan tanaman *T. latifolia* dengan aerasi dan tanpa aerasi, *wetland* dengan *E. hyemale* dengan aerasi dan tanpa aerasi di ambil sampel sebanyak 6 kali ditambah 6 sampel sebelum melalui lahan basah buatan (*wetland*)

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 PermenLH No. 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 two way Anova.

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*. Tanaman air (*T. latifolia*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman liar yang diambil dari rawa-

rawa di Desa Sumur Kecamatan Bakau Heni Kabupaten Lampung Selatan sedangkan tanaman bambu air membeli dari pedagang bung di kota Bandar Lampung, sebelum ditanam ke dalam bak lahan basah buatan dilakukan aklimatisasi terlebih dahulu (Hasan & Suprapti, 2021).

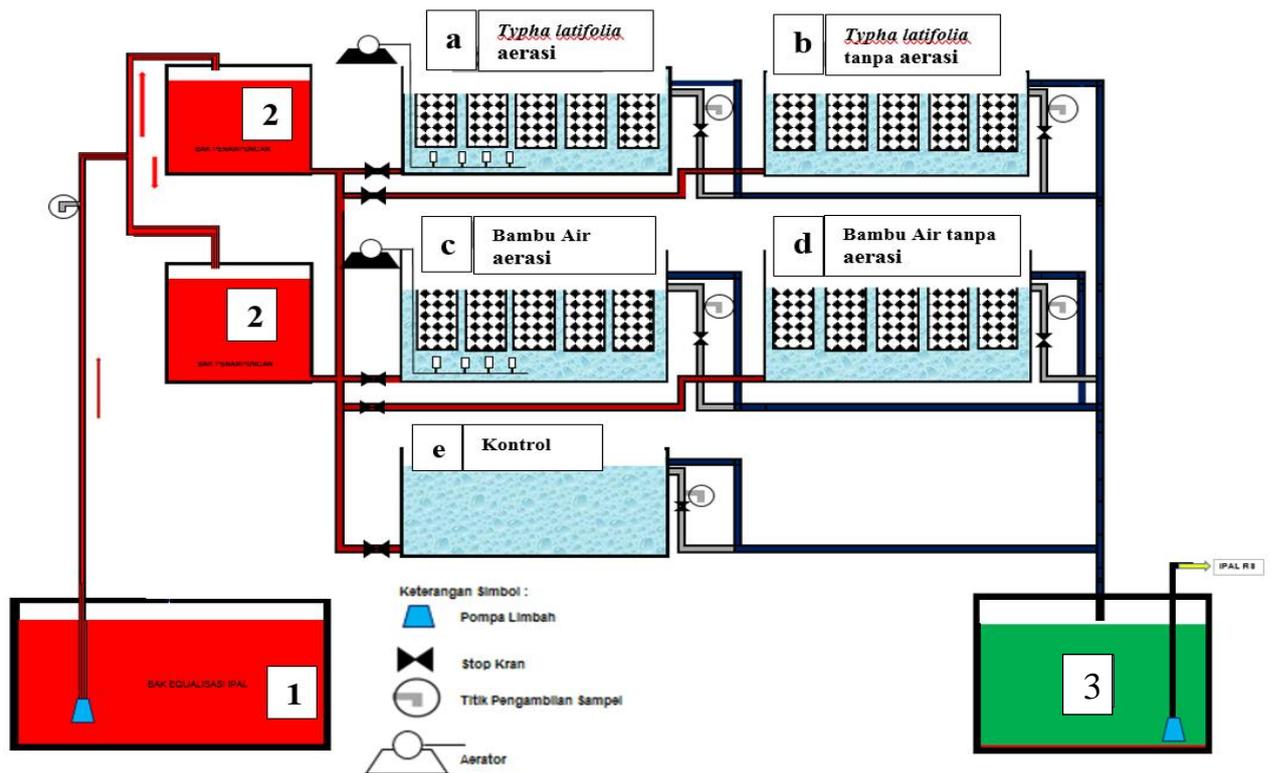
Tahapan Penelitian di tampilkan pada gambar 1.

Penanaman tanaman.

Jumlah rumpun tanaman yang ditanam ke dalam masing-masing bak lahan basah buatan berjumlah sama yaitu 40 rumpun *T. latifolia*, dengan pembagian ke dalam masing-masing bak sebagai berikut : 4 (empat) buah bak lahan basah buatan masing-masing bak ditanami sebanyak 10 rumpun *T. latifolia*. dengan 2 bak yang akan diberi aerasi dan 2 bak tanpa aerasi. 4 (empat) buah bak lahan basah buatan masing-masing bak ditanami sebanyak 10 rumpun bambu air. dengan 2 bak yang akan diberi aerasi dan 2 bak tanpa aerasi.

Aklimatisasi tanaman

Setelah semua proses instalasi selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah 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 di khawatirkan terjadi tumpahan meskipun semua pompa telah di atur secara otomatis. Sehingga pengaliran limbah hanya dilakukan ketika ada petugas yang berada di IPAL (dari Pukul 08.00-15.00) selama jam kerja. Air limbah dari bak ekualisasi di pompa ke bak penampungan atas, setelah penuh kran pengaliran ke bak lahan basah buatan di buka dan di atur dengan besar debit 2 liter per menit. Berdasarkan debit 2 liter per menit dengan volume masing-masing jenis penampang 1 m³, maka pengambilan sampel dilakukan setiap 2 hari. Sampel yang diambil kemudian di periksa di Laboratorium Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Tanjungkarang.



Gambar. 1. Instalasi CWs yang digunakan dalam penelitian

Keterangan Gambar :

1. Bak ekualisasi IPAL Rumah Sakit (limbah cair dari IPAL RS)
2. Bak penampungan atas untuk mengalirkan limbah menuju wetland secara gravitasi)
 - a. CWs dengan *T. Latifolia* dengan aerator
 - b. CWs dengan *T. Latifolia* tanpa aerator
 - c. CWs dengan *E. hyemale* dengan aerator
 - d. CWs dengan *E. hyemale* tanpa aerator
 - e. Kontrol
3. Bak penampungan limbah setelah melewati CWs, selanjutnya di alirkan dengan pompa ke IPAL RS

Pelaksanaan Penelitian

Pengaliran limbah cair menuju CWs dilakukan sebagai berikut : Air limbah dari bak ekualisasi IPAL RSD di pompa ke dalam bak penampungan atas. Kemudian di alirkan secara gravitasi menuju bak lahan basah buatan dengan cara membuka kran pengatur aliran. Air limbah mengalir melalui pipa PVC diameter 1 inci, menuju ke empat jenis bak lahan basah buatan yang telah berisi media tanam dan *T. latifolia* dan *E. hyemale*. Pengaliran air limbah menuju ke empat bak lahan basah buatan secara bersamaan. Selanjutnya setelah ke empat bak masing-masing perlakuan mencapai ketinggian lubang effluent selanjutnya akan mengalir

menuju empat bak berikutnya, sampai mencapai lubang effluent yang telah di pasang stop kran sebagai titik pengambilan sampel. Pada ujung masing-masing jenis penampang bak lahan basah buatan di buat stop kran sebagai titik pengambilan sampel. Selanjutnya air limbah yang telah melewati ke delapan bak lahan basah buatan, di alirkan kembali ke bak penampungan bawah untuk selanjutnya di pompakan kembali ke bak ekualisasi. Mengingat limbah yang di teliti adalah limbah cair rumah sakit yang berpotensi mengandung mikroorganisme patogen, maka limbah yang telah selesai di teliti harus dikembalikan ke bak egalisasi dan selama proses penelitian tidak diperkenankan adanya tumpahan dan petugas harus menggunakan alat pelindung diri.

HASIL

Rata-rata nilai parameter air limbah pada tiap jenis bak lahan basah buatan yang ditanami *T. latifolia* dan *E. hyemale* baik dengan aerasi dan tanpa aerasi beserta kontrol di sajikan pada Tabel 1. sebagai berikut:

Tabel. 1. Rata-rata nilai parameter limbah cair rumah sakit sebelum melewati CWs

PARAMETER	Influen	Kontrol	<i>T. latifolia</i> aerasi	<i>T. latifolia</i> tanpa aerasi	<i>E. hyemale</i> aerasi	<i>E. hyemale</i> tanpa aerasi
BOD	81,9	63,78	50,42	36,4	27,68	21,73
COD	326,67	200	133,33	113,33	76,67	50
TSS	34,67	30,75	19,83	17,33	13,58	7,42
AMONIAK	8,89	6,12	5,78	3,34	2,83	2,41

Tabel 1. memberikan gambaran pada effluent bak lahan basah buatan yang ditanami *E. hyemale* tanpa aerasi semua parameter berada di bawah baku mutu dan pada yang lainnya ada memenuhi baku mutu dan ada yang belum memenuhi baku mutu. Sedangkan penyisihan parameter BOD, COD, TSS dan Amoniak ditampilkan pada tabel 2. sebagai berikut.

Tabel. 2. Penyisihan nilai parameter berdasarkan jenis perlakuan dan presentasi penurunan tanaman limbah cair rumah sakit setelah melalui reaktor CWs

Parameter	Satuan	Kontrol	% penyisihan	<i>T. latifolia</i> aerasi	% penyisihan	<i>T. latifolia</i> tanpa aerasi	% penyisihan	<i>E. hyemale</i> aerasi	% penyisihan	<i>E. hyemale</i> tanpa aerasi	% penyisihan
BOD	(mg/L)	18,12	23,17	31,48	38,81	45,5	55,05	54,22	64,01	60,17	72,58
COD	(mg/L)	126,67	34,44	193,33	55,14	213,33	62,78	250	72,08	276,67	82,78
TSS	(mg/L)	3,92	11,62	14,83	42,36	17,33	51,26	21,08	62,17	27,25	78,77
AMONIAK	(mg/L)	2,77	30,52	3,11	36,38	5,55	66,52	6,06	75,04	6,48	75,31

Tabel 2. diketahui bahwa persentase penyisihan tertinggi untuk semua parameter pada bak lahan basah buatan yang di tanami dengan *E. hyemale* tanpa aerasi masing-masing BOD = 72,58%, COD = 82%, TSS 78,77% dan amoniak 75,31% sedangkan penyisihan terendah untuk pada CWs yang di tanami 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 uji beda dua rata-rata (Uji t Independent) persentase penyisihan nilai parameter limbah cair rumah sakit

Parameter	<i>T. latifolia</i> aerasi	<i>T. latifolia</i> tanpa aerasi	<i>E. hyemale</i> Aerasi	<i>E. hyemale</i> tanpa aerasi
BOD		0,006		0,212
COD		0,341		0,143
TSS		0,248		0,01
AMONIAK		0,031		0,975

Penurunan nilai BOD pada CWs dengan tanaman *T. latifolia*, terdapat perbedaan persentase penurunan nilai air limbah untuk parameter BOD dan Amoniak, sedangkan pada CWs dengan tanaman *E. hyemale* hanya pada parameter TSS.

Tabel 4. Hasil Uji Anova parameter BOD

Kelompok	Kontrol	<i>T. latifolia</i> aerasi	<i>T. latifolia</i> tanpa aerasi	<i>E. hyemale</i> aerasi	<i>E. hyemale</i> tanpa aerasi
Kontrol	-	0,144	0,000	0,000	0,000
<i>T. latifolia</i> aerasi	0,144	-	0,114	0,03	0,000
<i>T. latifolia</i> non aerasi	0,000	0,114	-	1,000	0,068
<i>E. hyemale</i> aerasi	0,000	0,03	1,000	-	1,000
<i>E. hyemale</i> tanpa aerasi	0,000	0,000	1,000	1,000	-

Berdasarkan hasil uji statistik yang disajikan pada tabel. 4 diketahui ada perbedaan persentase penurunan nilai parameter limbah cair antara CWs *T. latifolia* aerasi dengan CWs *E. hyemale* aerasi dan *E. hyemale* tanpa aerasi. Tabel. 4 menampilkan Tidak ada perbedaan persentase penurunan limbah cair antara bak kontrol dengan CWs *T. latifolia* aerasi.

Tabel. 5. Hasil Uji Anova Parameter COD

Kelompok	Kontrol	<i>T. latifolia</i> aerasi	<i>T. latifolia</i> tanpa aerasi	<i>E. hyemale</i> aerasi	<i>E. hyemale</i> tanpa aerasi
Kontrol	-	0,170	0,018	0,001	0,000
<i>T. latifolia</i> aerasi	0,170	-	1,000	0,467	0,022
<i>T. latifolia</i> tanpa aerasi	0,018	1,000	-	1,000	0,207
<i>E. hyemale</i> aerasi	0,001	0,467	1,000	-	1,000
<i>E. hyemale</i> tanpa aerasi	0,000		0,207	1,000	-

Tabel. 5. menyajikan hasil uji anova parameter COD, diketahui tidak ada perbedaan persentase penurunan nilai parameter COD antara jenis CWs. Terdapat perbedaan penurunan nilai parameter COD antara kontrol dengan *T. latifolia* aerasi, sedangkan hasil uji statistik antara kontrol ada perbedaan dengan CWs *T. latifolia* aerasi. hanya terdapat perbedaan persentase penurunan COD dengan bambu air tanpa aerasi

Tabel. 6. Hasil Uji Anova parameter TSS

Kelompok	Kontrol	<i>T. latifolia</i> aerasi	<i>T. latifolia</i> tanpa aerasi	<i>E. hyemale</i> aerasi	<i>E. hyemale</i> tanpa aerasi
Kontrol	-	1,000	0,000	0,000	0,000
<i>T. latifolia</i> aerasi	1,000	-	0,000	0,015	0,000
<i>T. latifolia</i> tanpa aerasi	0,000	0,000	-	0,612	0,000
<i>E. hyemale</i> aerasi		0,015	0,612	-	0,063
<i>E. hyemale</i> tanpa aerasi	0,000	0,000	0,000	0,063	0,000

Berdasarkan Hasil Uji Anova parameter TSS yang ditampilkan pada tabel 6. diketahui tidak terdapat perbedaan persentase penurunan nilai parameter TSS pada kontrol dan *T. latifolia* aerasi, *T. latifolia* tanpa aerasi dengan *E. hyemale* aerasi dan *E. hyemale* aerasi dengan *E. hyemale* aerasi.

Tabel. 7. Hasil Uji Anova Parameter Amoniak

Kelompok	Kontrol	<i>T. latifolia</i> aerasi	<i>T. latifolia</i> tanpa aerasi	<i>E. hyemale</i> aerasi	<i>E. hyemale</i> tanpa aerasi
Kontrol	-	1,000	0,034	0,005	0,005
<i>T. latifolia</i> aerasi	1,000	-	0,121	0,019	0,018
<i>T. latifolia</i> tanpa aerasi	0,034	0,121	-	1,000	1,000
<i>E. hyemale</i> aerasi	0,005	0,019	1,000	-	1,000
<i>E. hyemale</i> tanpa aerasi	0,005	0,018	1,000	1,000	-

Hasil Uji Anova parameter amoniak sebagaimana ditampilkan pada Tabel. 7. diketahui bahwa penurunan nilai parameter amoniak, pada tanaman *T. latifoila* dengan aerasi tidak berbeda dengan kontrol dan *T. latifoila* tanpa aerasi. *T. latifoila* tanpa aerasi hanya berbeda dengan kontrol dan bambu air berbeda dengan kontrol dan *T. latifoila* dengan aerasi

PEMBAHASAN

1. Lahan Basah Buatan (LBB) *T. latifolia* Aerasi

Pengolahan limbah cair dengan metode LBB dengan tanaman *T. latifolia* dengan erasi menunjukkan kemampuan menurunkan nilai BOD sampai rata-rata 38,83 %, TSS 55,14 %, TSS 42,36 % dan amoniak sebesar 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 berbeda bermakna. Dibandingkan dengan jenis LBB lainnya, LBB *T. latifolia* dengan aerasi untuk keempat parameter tidak berbeda bermakna dengan LBB tanpa aerasi dan berbeda bermakna dengan LBB bambu air dengan aerasi maupun tanpa aerasi. LBB *T. latifolia* aerasi hanya mampu menurunkan parameter TSS dan Amoniak sampai dibawah baku mutu.

Pada WCs dengan penambahan aerasi, terjadi adalah proses aerobik dengan penyisihan organik yang utama berasal dari aktivitas respirasi berdasarkan persamaan reaksi: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6 H_2O$ 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. (Hidayah. et. all, 2018)

2. Lahan Basah Buatan (LBB) *T. latifolia* tanpa aerasi

LBB *T. latifolia* tanpa aerasi relative sama dengan LBB *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 LBB *T. latifolia* tanpa aerasi lebih tinggi dari LBB *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 LBB *T. latifolia* aerasi dan LBB *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 LBB *T. latifolia* tanpa aerasi lebih tinggi dari LBB *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 parameter 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 (Khiatuddin, 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. Lahan Basah Buatan bambu air Aerasi

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

LBB *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 LBB *E. Hyemale* tanpa aerasi dengan *E. Hyemale* aerasi, LBB *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 (*Phragmites 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 beberapa hal sebagai berikut : 1. CWs dengan *E. hyemale* tanpa aerasi lebih efektif dalam menyisihkan parameter BOD, COD, TSS dan NH₃ dibandingkan CWs dengan aerasi. 2. Tidak ada pengaruh aerasi pada pengolahan limbah cair Rumah Sakit menggunakan metode CWs dengan tumbuhan *T. latifolia* dan *E. hyemale* untuk parameter BOD, COD, TSS, Amoniak. 3. Pengolahan limbah cair rumah sakit menggunakan metode CWs dengan *E. hyemale* tanpa aerasi mampu menyisihkan nilai BOD, COD, TSS dan Amoniak.

Rekomendasi : Metode CWs dapat dijadikan salah satu alternatif dalam mengolah limbah cair rumah sakit dimana hasil olehannya dapat dimanfaatkan kembali untuk menyiram tanaman dan mencuci kendaraan setelah dilakukan desinfeksi.

Penelitian memiliki beberapa keterbatasan yang tidak dapat dikendalikan yaitu volume limbah cair yang tidak stabil, cuaca yang berubah tiba-tiba yang mungkin berpengaruh terhadap hasil penelitian

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terimakasih disampaikan kepada Direktur Politeknik Kesehatan Tanjungkarang, Kepala Unit PPM Poltekkes Tanjungkarang dan Direktur RSUD Kota Bandar Lampung yang telah memberikan izin kepada Peneliti 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., & Suprapti, 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 Lingkung*, 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](http://neo.kemenperin.go.id/files/hukum/19%20Permen%20LHK%20th%202016%20No.%20P.63%20Baku%20Mutu%20Air%20Limbah%20Domestik.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., Mouri, 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*, 5(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.



Prayudhy Yushananta, SKM, MKM <ruwajurai@poltekkes-tjk.ac.id>
kepada saya, Prayudhy ▾

##default.journalSettings.emailHeader##

Amrul Hasan, SKM, M.Epid:

We have now copyedited your submission "PENGARUH AERASI TERHADAP PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT DENGAN METODE LAHAN BASAH BUATAN (CONSTRUCTED WETLAND)" for Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan. To review the proposed changes and respond to Author Queries, please follow these steps:

1. Log into the journal using URL below with your username and password (use Forgot link if needed).
2. Click on the file at 1. Initial Copyedit File to download and open copyedited version.
3. Review the copyediting, making changes using Track Changes in Word, and answer queries.
4. Save file to desktop and upload it in 2. Author Copyedit.
5. Click the email icon under COMPLETE and send email to the editor.

This is the last opportunity that you have to make substantial changes. You will be asked at a later stage to proofread the galleys, but at that point only minor typographical and layout errors can be corrected.

Manuscript URL:

Manuscript URL:

<https://ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id/index.php/JKESLING/author/submissionEditing/3157>

Username: ahasan1

If you are unable to undertake this work at this time or have any questions, please contact me. Thank you for your contribution to this journal.

Yeni Rosita, SKM, M.Kes

JURNAL RUWA JURAI

<http://ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id/index.php/JKESLING>

Satu lampiran • Dipindai dengan Gmail ⓘ

