Reduksi Kadar Fosfat Limbah Cair Rumah Sakit Menggunakan Bakung Putih (*Crinum asiaticum* Linn.) (Studi Kasus: RSUD dr. Soehadi Prijonegoro Kabupaten Sragen)

Bayu Kusuma Adi¹, Elvis Umbu Lolo^{2*}, Richardus Indra Gunawan³, Yonathan Suryo Pambudi⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Surakarta

*Koresponden Email: eumbulolo@yahoo.co.id

Diterima: 7 Maret 2021

Disetujui: 23 Maret 2021

Abstract

RSUD dr. Soehadi Prijonegoro Sragen produces liquid waste containing microorganisms, toxic and radioactive chemicals. The results of the laboratory examination showed that the liquid waste level always exceeded the quality standard, namely the parameter of fosfat. The fosfat level in September 2013 was 4.80 mg / L, while in December 2013 the concentration was 2.60 mg / L, so additional treatment is needed, one of which is phytoremediation using white daffodils (*Crinum asiaticum* Linn.). This research method is an experimental research design with pre-post Test with Control Group Design where the wastewater will pass through a wet tank containing white lily plants with a residence time of 24 hours/day and a treatment rate of 1100 liters/day. The research aimed to determine the effect of phytoremediation of white daffodils on the reduction of fosfat levels and the average percentage of its reduction. The results of this study in the ninth and tenth sample collection met the quality standards of 1.99 mg / L and 1.89 mg / L. Phytoremediation of white daffodils (*Crinum asiaticum* Linn.) may reduce fosfat levels by 45.59%.

Password: *liquid waste, white wild lily (Crinum asiaticum Linn.), RSUD dr. Soehadi Prijonegoro, Sragen, fosfat*

Abstrak

Operasional RSUD dr. Soehadi Prijonegoro Sragen menghasilkan limbah cair yang mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif. Hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan kandungan limbah cair masih melebihi standar baku mutu yaitu parameter fosfat. Kadar fosfat pada September tahun 2013 sebesar 4,80 mg/l, sedangkan Desember tahun 2013 sebesar 2,60 mg/l sehingga perlu pengolahan tambahan salah satunya yaitu fitoremediasi menggunakan tanaman bakung putih (*Crinum asiaticum* Linn.). Metode penelitian ini adalah eksperimen dengan desain penelitian *Pre-Post Test with Control Group Design* dimana air limbah akan melewati bak *wetland* yang berisi tanaman bakung putih dengan waktu tinggal selama 24 jam/hari dan debit pengolahan 1100 liter/hari. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh fitoremediasi tanaman bakung putih terhadap penurunan kadar fosfat dan rata-rata persentase penurunannya. Hasil penelitian ini pada pengambilan sampel kesembilan dan kesepuluh telah memenuhi standar baku mutu yaitu sebesar 1,99 mg/l dan 1,89 mg/l. Fitoremediasi tanaman bakung putih (*Crinum asiaticum* linn.) dapat menurunkan kadar fosfat sebesar 45,59 %.

Kata kunci : *limbah cair, bakung putih (crinum asiaticum-linn.), RSUD dr. Soehadi Prijonegoro, Sragen, fosfat*

1. Pendahuluan

Rumah sakit merupakan suatu organisasi sosial dan kesehatan yang fungsi menyiapkan pelayanan, penyembuhan penyakit, dan pencegahan penyakit kepada masyarakat luas. Rumah sakit juga adalah pusat pelatihan bagi tenaga kesehatan dan pusat penelitian medis. Disamping itu, rumah sakit juga ditunjang oleh unit – unit lainnya seperti, ruang operasi, laboratorium, farmasi, administrasi, dapur, laundry, pengolahan sampah dan limbah lainnya. Dampak negatif rumah sakit terjadi karena limbah padat dan limbah cair dapat mengganggu operasional dan menurunkan kesehatan masyarakat. Limbah padat terbagi atas limbah padat non infeksius, limbah padat infeksius, Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), serta limbah cair yang terdiri atas limbah cair infeksius dan limbah cair non infeksius [1].

Selain pelayanan kesehatan untuk menyembuhkan pasien, rumah sakit juga menjadi tempat penularan penyakit bagi para pasien, petugas, pengunjung maupun masyarakat sekitar yang berada dekat dengan rumah sakit yang disebabkan oleh agent (komponen penyebab penyakit) yang ada di sekitar

rumah sakit. Dengan meningkatnya jumlah fasilitas pelayanan kesehatan maka semakin meningkatkan potensi pencemaran lingkungan, karena pembuangan limbah yang memberikan dampak terhadap penurunan tingkat kesehatan manusia. Limbah rumah sakit adalah semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dalam bentuk padat, cair, dan gas. Limbah cair adalah semua air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme patogen, bahan kimia beracun dan radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan. Sehingga, potensi dampak air limbah rumah sakit terhadap kesehatan manusia sangat besar, maka setiap rumah sakit harus mengolah air limbahnya sehingga sesuai standar baku mutu [2]. Rumah sakit pada masa yang akan datang harus menjadi tempat yang sehat baik di dalam maupun di lingkungan sekitarnya [3].

Fosfat berasal dari *Sodium Tripolyfosfat* (STPP) yang merupakan salah satu bahan yang kadarnya besar dalam detergen. Dalam detergen, STPP ini berfungsi sebagai *builder* yang merupakan unsur penting kedua setelah surfaktan karena kemampuannya menonaktifkan mineral kesadahan dalam air sehingga detergen dapat bekerja optimal. STPP akan terhidrolisa menjadi PO_4 dan P_2O_7 yang selanjutnya akan terhidrolisa juga menjadi PO_4 menurut reaksi berikut ini:

Dari reaksi diatas dalam badan air $\text{PO}_4\text{-P}$ yang berlebih akan mengakibatkan terjadinya eutrofikasi [4]. Fosfat merupakan senyawa kimia dalam bentuk ion yang dapat menurunkan kualitas perairan dan membahayakan kehidupan makhluk hidup [5].

Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012, tentang standar baku mutu air limbah rumah sakit disebutkan untuk standard bakunya sebagai berikut: suhu 30°C , TSS 30 mg/l, pH 6-8, BOD_5 30 mg/l, COD 80 mg/l, NH_3 Bebas 0,1 mg/l, PO_4 2 mg/l, mikrobiologi 5.000 /100 ml [6]. Rumah sakit Umum Daerah dr. Soehadi Prijonegoro Sragen, menghasilkan air limbah sebesar 110 liter/hari dan dari hasil pemeriksaan laboratorium di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan Yogyakarta mengenai pemeriksaan limbah cair pada parameter fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) dari Instalasi Pengolahan Air Limbah yang dibuang ke Sungai Swideran pada bulan September tahun 2013 sebesar 4,80 mg/l, bulan Desember 2013 kadar fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) sebesar 2,608 mg/l. Sedangkan untuk bulan Januari tahun 2014 kadar fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) sebesar 2,45 mg/l. Kadar tersebut masih melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 yaitu sebesar 2 mg/l sehingga diperlukan pengolahan limbah untuk menurunkan kadar fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) sehingga memenuhi standar baku mutu yang dipersyaratkan [7].

Gambar 1. Unit operasi fitoremediasi IPAL RSUD Kabupaten Sragen
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2018

Kadar fosfat jika melebihi batas yang ditentukan dalam jangka panjang akan menimbulkan dampak bagi kesehatan dan lingkungan. Dampak bagi lingkungan yaitu timbulnya *algae bloom* (melimpahnya tanaman air sehingga menutup permukaan air), sehingga menyebabkan perairan tersebut tertutup dan sinar matahari tidak dapat masuk kedalam air sehingga fotosintesis tanaman air terganggu menyebabkan kematian organisme perairan, menimbulkan bau, sehingga air tidak dapat digunakan sesuai

peruntukannya [8]. Sedangkan dampak fosfat bagi kesehatan jika limbah tersebut mencemari air bersih atau makanan yaitu dapat menimbulkan *septicemia* (keracunan dalam darah) yang dimulai dari sakit gigi, kerapuhan pada tulang rahang, terjadi demam menggigil dan dapat mengakibatkan kematian. Selain itu kadar fosfat yang berlebih dapat menyebabkan iritasi dalam saluran pencernaan, dengan tanda-tanda mual, muntah, sakit perut, pendarahan pada saluran pernafasan [9].

Air limbah rumah sakit adalah seluruh buangan cair yang berasal dari hasil proses seluruh kegiatan rumah sakit yang meliputi limbah domestik cair yakni buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian; limbah cair klinis yakni air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit misalnya air bekas cucian luka, cucian darah, air limbah laboratorium, dan lainnya. Air limbah rumah sakit yang berasal dari buangan domestik maupun buangan limbah cair klinis umumnya mengandung senyawa polutan organik yang cukup tinggi, dan dapat diolah dengan proses pengolahan secara biologis, sedangkan untuk air limbah rumah sakit yang berasal dari laboratorium biasanya banyak mengandung logam berat yang mana bila air limbah tersebut dialirkan ke dalam proses pengolahan secara biologis, logam berat tersebut dapat mengganggu proses pengolahannya. Oleh karena itu, untuk pengelolaan air limbah rumah sakit, maka air limbah yang berasal dari laboratorium dipisahkan dan ditampung, kemudian diolah secara kimia-fisika. Selanjutnya air olahannya dialirkan bersama-sama dengan air limbah yang lain, dan selanjutnya diolah dengan proses pengolahan secara biologis [10]. Pengolahan secara lengkap air limbah rumah sakit terlihat seperti pada **Gambar 2**.

Gambar 2. Sistem pengolahan air limbah rumah sakit
Sumber:[10]

Pengolahan secara konvensional tidak mengurangi konsentrasi fosfat secara signifikan, karena dengan proses konvensional pengolahan air limbah rumah sakit pada umumnya hanya melibatkan proses fisika. Semua air limbah ditampung dalam bak equalizing dan bak stabilisasi yang selanjutnya dibuang ke badan air penerima. Oleh karena itu perlu ada kombinasi antara proses fisika dan biologi sehingga proses pengolahan dapat menghasilkan output yang sesuai dengan standar baku mutu pemerintah. Perlu dicari alternatif pengolahan yang mudah, murah, dan efektif dalam pengaplikasian di lapangan. Salah satu cara yang dapat digunakan yaitu dengan metode *wetland* dengan proses fitoremediasi. Prinsip mengolah limbah cair memakai media tumbuhan atau disebut fitoremediasi telah lama dipelajari, bahkan dipakai juga untuk mengolah limbah B3 atau untuk limbah radioaktif. Proses dalam sistem ini berlangsung secara alami dengan cara pengolahan serial yang dilakukan tumbuhan terhadap zat kontaminan yang berada di sekitarnya. Tumbuhan hiperakumulator adalah tumbuhan yang mempunyai kemampuan untuk mengkonsentrasikan logam didalam biomasnya dalam kadar yang luar biasa tinggi [11].

Salah satu jenis tanaman yang dipakai dalam penelitian untuk menurunkan kadar fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) pada limbah cair Rumah Sakit Umum Daerah dr. Soehadi Prijonegoro Sragen adalah tanaman bakung putih (*Crinum asiaticum* Linn.). Tanaman bakung putih mampu mengolah limbah cair, tanaman ini hidup di dalam air maupun tanah. Perakarannya memiliki akar serabut dapat dimanfaatkan untuk pengolahan limbah cair sebagai biofilter, menyerap benda-benda organik maupun anorganik. Kemampuan bakung

putih sama seperti tanaman-tanaman yang berakar serabut lainnya seperti melati air, kangkung, enceng gondok, rumput gajah, dapat digunakan sebagai fitoremediasi [12]. Penelitian ini akan mengaplikasikan perlakuan penambahan tanaman bakung putih (*Crinum asiaticum* Linn.) dengan bak tersendiri yaitu bak aerobik dengan model gravitasi setelah kolam indikator. Di dalam bak tersebut terdiri dari tanah (sebagai pelekak akar dari tanaman) yang berfungsi untuk menyerap zat kontaminan dalam air limbah, salah satunya parameter fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$).

2. Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi dalam penelitian ini adalah di Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Kabupaten Sragen, pada unit instalasi pengolahan air limbah sedangkan proses pemeriksaan parameter fosfat dilakukan di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BBTKLPP) Yogyakarta. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2018 sampai bulan April 2018.

Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental dengan desain penelitian *pre test – post test with control group design*. Adapun desain penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 1** sebagai berikut R (K Kontrol), R (X Eks) [13].

Tabel 1. Desain penelitian		
Pre	Eks	Post
01 ¹	X	02 ¹
01 ²		02 ²
01 ³		02 ³
01 ⁴		02 ⁴
01 ⁵		02 ⁵
01 ⁶		02 ⁶
01 ⁷		02 ⁷
01 ⁸		02 ⁸
01 ⁹		02 ⁹
01 ¹⁰		02 ¹⁰

Sumber: Hasil penelitian, 2018

Keterangan: X (perlakuan dengan penambahan tanaman bakung putih (*Crinum asiaticum* Linn.); 01¹ (kadar fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) pada kelompok eksperimen sebelum wetland pada pemeriksaan pertama); 02¹ (kadar fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) pada kelompok eksperimen setelah perlakuan wetland dengan penambahan tanaman bakung pada pemeriksaan pertama).

Objek Penelitian

a. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh limbah cair terolah baik *black water* dan *grey water* pada IPAL Rumah Sakit Umum Daerah dr. Soehadi Prijonegoro Sragen.

b. Teknik Sampling

Pengambilan limbah cair dilakukan pada dua tempat (titik sampel), yaitu outlet sebelum dan sesudah *wetland* IPAL Rumah Sakit Umum Daerah dr. Soehadi Prijonegoro Sragen. Waktu pengambilan sampel tetap sama yaitu rentang waktu pengambilan sampel antara pukul 10.00 sampai dengan 10.30 WIB pada setiap pengambilan sampel. Sampel pre dan post tersebut langsung dibawa ke Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan Yogyakarta untuk diteliti kadar fosfat. Metode pengukuran parameter fosfat dengan menggunakan alat spektrofotometri UV-Vis [14].

c. Jumlah Sampel

Jumlah sampel yang diambil untuk penelitian sebanyak 1,5 liter untuk setiap sampel pemeriksaan dan berjumlah 2 sampel penelitian (pre dan post) sampel.

d. Sampel

Besarnya sampel tergantung dari jenis penelitian karena penelitian ini merupakan penelitian eksperimen maka pengulangan minimal sebanyak 10 per kelompok. Dengan demikian, jumlah sampel yang diperiksa untuk penelitian ini adalah sebanyak 20 sampel yang terbagi dalam 10 kelompok kontrol dan 10 eksperimen [15].

Gambar 2. Disain Wetland Penelitian
Sumber: Hasil rancangan penelitian

Gambar 3. Disain bak aquarium penelitian
Sumber: Disain hasil penelitian

3. Hasil Dan Pembahasan

Mekanisme proses fitoremediasi dalam menyerap fosfat terdiri dari beberapa proses, seperti ditunjukkan **Gambar 4**, yakni:

- Fitoekestaksi, yaitu tanaman menyerap polutan yang berada di air limbah dengan menyimpan atau mengakumulasi polutan tersebut di dalam daun atau batang tanaman.
- Fitovolatilisasi, tanaman menyerap polutan kemudian merubah polutan tersebut menjadi bersifat volatile dan kemudian ditranspirasikan oleh tanaman dengan melepaskan polutan tersebut oleh tanaman ke udara dengan berupa bentuk senyawa awal polutan atau menjadi senyawa yang berbeda dengan senyawa awal.
- Fitodegradasi, polutan diserap oleh tanaman dan kemudian polutan tersebut mengalami metabolisme di dalam tanaman, metabolisme dapat melibatkan enzim seperti nitrodictase, laccase, dehalogenase, dan nitrilase.
- Fitostabilisasi, tanaman mengubah senyawa polutan dengan mengubah senyawa polutan tersebut menjadi senyawa yang non toksik tanpa adanya penyerapan polutan di dalam tubuh tanaman. Hasil transformasi tersebut tetap berada di air ataupun tanah.
- Rizhofiltrasi, tanaman menyerap polutan dengan mengadsorpsi kontaminan tersebut menempel pada akar. Biasanya proses ini terjadi apabila kontaminan berada di badan air.
- Rhizodegradasi, tanaman mengurai kontaminan dengan menggunakan bantuan aktivitas mikroba yang berada di sekitar tanaman tersebut [12].

Gambar 4. Mekanisme proses fitoremediasi fosfat

Sumber:[12]

Proses adsorpsi fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) yang berada pada air limbah rumah sakit ini dilakukan oleh ujung-ujung akar dengan jaringan meristem yang terjadi oleh karena gaya tarik-menarik molekul-molekul air yang terdapat pada bakung putih. Fosfat yang diadsorpsi oleh akar bunga bakung akan masuk ke batang melalui jaringan pengangkut (xilem), dan diteruskan ke bagian akarnya [4].

Fosfat berada dalam air limbah rumah sakit dalam bentuk organik sebagai ortophospat anorganik atau sebagai fosfat kompleks. Fosfat kompleks mewakili sekitar setengah dari fosfat air limbah perkotaan dan berasal dari penggunaan bahan-bahan detergen sintetis. Fosfat kompleks mengalami proses hidrolisa selama pengolahan biologis menjadi bentuk ortofosfat (PO_4P). Sehingga dalam penelitian ini yang diolah adalah fosfat kompleks dalam bentuk (PO_4P) [16].

Penelitian ini menggunakan *system batch* dengan waktu tinggal selama 24 jam. Air limbah rumah sakit pada tahap awal mengalir ke dalam bak akuarium *wetland* setiap hari selama 24 jam. Untuk debit inlet air limbah yang masuk kedalam bak akuarium *wetland* setiap harinya rata-rata 1100 l/hari, sedangkan untuk debit outlet air limbah yang keluar dari bak akuarium *wetland* sebesar 800 l/hari. Sehingga terjadi penyerapan air limbah oleh tanaman bakung putih sebesar 300 l/hari yang dimanfaatkan untuk mengurangi kadar fosfat limbah cair dan pertumbuhan tanaman bakung putih. Pemasangan *water level meter* untuk mengetahui debit air limbah yang masuk dan keluar pada bak akuarium. Air limbah masuk pertama kali kedalam bak akuarium *wetland* dengan menggunakan pompa pada tanggal 14 April 2018, sedangkan untuk pengambilan sampel air limbah untuk dilakukan pemeriksaan sampel kadar fosfat pre dan post dilakukan pada tanggal 28 April 2018.

Penelitian ini menghasilkan data kadar fosfat setelah dilakukan pemeriksaan laboratorium, dimana data hasil kadar fosfat tersebut disajikan secara deskriptif dan analitik pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan laboratorium kadar fosfat limbah cair di IPAL RSUD dr. Soehadi Prijonegoro Sragen

No	Pengiriman sampel yang Ke-	Hasil (2.00 mg/l)		Prosentase (%)
		Pre	Post	
1	1	5,1485	2,6290	51,06
2	2	5,3850	2,4120	44,79
3	3	7,1150	2,8900	40,61
4	4	4,3310	2,0770	47,95
5	5	5,2115	2,0660	39,64
6	6	5,3250	2,1121	39,66
7	7	5,0250	2,1790	43,36
8	8	4,2150	2,2955	54,44
9	9	4,0300	1,9952	49,50
10	10	4,2175	1,8920	44,86
Total		50,002	22,547	455,92
Rata - rata		5,002	2,254	45,59

Sumber: Hasil penelitian, 2018

Berdasarkan **Tabel 2** terlihat bahwa pada pengujian pertama sampai kedelapan penurunan kadar fosfat masih belum memenuhi standar baku mutu air limbah rumah sakit nilai parameter fosfat masih berkisar

pada angka 2,0660 mg/l -2,8900 mg/l. Parameter fosfat mengalami penurunan sesuai baku mutu pada pengujian kesembilan dan kesepuluh yaitu sebesar 1,8920 mg/l dan 1,8920 mg/l dimana standar baku mutu parameter fosfat adalah sebesar 2 mg/l.

Gambar 5. Grafik hasil pemeriksaan kadar fosfat limbah cair di IPAL RSUD dr. Soehadi Prijonegoro Sragen
Sumber: Pengolahan data penelitian, 2018

Berdasarkan **Gambar 5**, menunjukkan bahwa pengujian pertama sampai dengan kedelapan nilainya masih belum memenuhi baku mutu yaitu masih diatas 2 mg/l. Hal ini karena tanaman bakung putih belum bisa beradaptasi dengan air limbah yang masuk kedalam bak akuarium penelitian, sedangkan nilai kadar fosfat pengujian kesembilan dan kesepuluh yaitu sebesar 1,995 mg/l dan 1,892 mg/l. Nilai ini sudah memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 yaitu batas maksimal kadar fosfat limbah cair rumah sakit sebesar 2 mg/l. Pada pengambilan sampel kesembilan dan kesepuluh terjadi penurunan kadar fosfat yang memenuhi baku mutu karena dipengaruhi bahwa semakin lama waktu tinggal air limbah pada bak akuarium dan semakin banyaknya jumlah akar tanaman bakung berarti semakin dapat menurunkan kadar fosfat. Untuk rata-rata keseluruhan penurunan kadar fosfat dalam penelitian ini sebesar 2,254 mg/l.

Gambar 6. Grafik analisa terhadap penurunan persentase kadar fosfat limbah cair
Sumber: Hasil penelitian, 2018

Dari data **Gambar 6**, persentase penurunan hasil kadar fosfat dari pengambilan sampel kesatu sampai dengan kesepuluh menunjukkan bahwa penurunan persentase kadar fosfat yang berbeda-beda.

Gambar 6 penurunan persentase kadar fosfat diatas menunjukkan hasil pengambilan sampel pertama sampai dengan ketiga menunjukkan persentase kadar fosfat selalu menurun. Hal ini disebabkan tanaman bakung putih belum bisa beradaptasi dengan kondisi lingkungan, dan jumlah debit air limbah yang masuk terlalu banyak karena faktor jumlah pengunjung, pasien terlalu banyak sehingga mempengaruhi kadar fosfat limbah cair meningkat. Sedangkan pada pengambilan sampel keempat terjadi peningkatan persentase kadar fosfat sebesar 47,95 %, hal ini diduga karena tanaman bakung putih sudah beradaptasi dengan air limbah dalam penyerapan kadar fosfat, cahaya matahari mempengaruhi dalam berfotosintesisnya tanaman bakung putih untuk tumbuh dengan baik. Sedangkan yang paling sedikit penurunan persentase kadar fosfat pada pengambilan sampel kelima dan keenam yaitu sebesar 39,64 % dan 39,66 %. Hal tersebut terjadi karena pada saat itu tanaman bakung putih mengalami penurunan kemampuan dalam penyerapan kadar fosfat yang disebabkan cuaca kurang mendukung karena sedang terjadi hujan.

Faktor lain adalah cahaya matahari yang menyinari tanaman apabila tidak merata dapat mengganggu pertumbuhan, karena jumlah cahaya matahari yang tidak merata akan menimbulkan perbedaan pertumbuhan pada tanaman bakung putih. Pada pengambilan sampel ketujuh dan kedelapan terjadi peningkatan persentase penurunan kadar fosfat yang signifikan yaitu dari 43,36 % menjadi 54,44% dengan hasil laboratorium kadar fosfat sebesar 4,12 mg/l menjadi 2,29 mg/l, hal ini dimungkinkan pada saat pengambilan sampel kedelapan jumlah debit air limbah yang masuk kedalam bak aquarium penelitian sangat sedikit dan pertumbuhan tanaman bakung putih dari pengamatan semakin tumbuh dengan baik, otomatis akar tanaman bakung putih juga tumbuh dengan baik, sehingga akar dapat menyerap kadar fosfat limbah cair dengan optimal. Hal ini dipengaruhi bahwa semakin lama waktu tinggal air limbah pada bak aquarium dan semakin banyaknya jumlah akar tanaman bakung berarti semakin dapat menurunkan kadar fosfat dalam limbah cair. Untuk seluruh rata-rata persentase penurunan kadar fosfat pengambilan sampel pertama sampai dengan kesepuluh yaitu sebesar 45,59 %.

Uji normalitas data

Antara sebelum dan sesudah penambahan tanaman bakung ada nilai korelasi sebesar $P = 0,789$ dimana $P > 0,5$. Hal ini berarti menunjukkan bahwa penurunan kadar fosfat memiliki nilai yang signifikan dan menunjukkan hubungan yang kuat antar variabel. Semakin banyak tanaman bakung putih berarti semakin banyak penurunan kadar fosfat pada limbah cair.

Uji Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah: H_0 =Tidak ada pengaruh signifikan bunga bakung terhadap penurunan parameter fosfat dan H_1 =Ada pengaruh signifikan bunga bakung terhadap penurunan parameter fosfat. Berdasarkan hasil uji normalitas data yang telah dilakukan diatas, dapat diketahui bahwa selisih kadar fosfat pada kelompok sebelum dan setelah penambahan tanaman bakung merupakan data yang berdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji statistik menggunakan uji Paired T-Test. Uji paired T-test adalah uji untuk dua sampel yang berpasangan (*paired*). Dua sampel berpasangan diartikan sebagai sebuah sampel dengan subyek yang sama namun mengalami dua perlakuan atau pengukuran yang berbeda. Hasil uji SPSS menunjukkan bahwa Nilai P sebesar 0,000 pada uji Paired T-Test memperlihatkan bahwa nilainya lebih kecil dari 0,005 ($P < 0,005$).

Berarti bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima berarti ada perbedaan signifikan penurunan antara sesudah dan sebelum perlakuan tanaman bakung putih (*Crinum asiaticum* Linn.). Ini menyatakan bahwa korelasi antara nilai fosfat sebelum dan sesudah pengolahan dengan *wetland* adalah sangat erat dan benar-benar berhubungan secara nyata. Berdasarkan hasil uji SPSS dengan tingkat signifikansi 95% (tingkat kesalahan 5%) dapat diketahui bahwa t-hitung sebesar 12.421, dengan t-tabel = 2.821 berarti t-hitung > t tabel, sehingga dapat disimpulkan ada perbedaan signifikan antara kadar fosfat sesudah perlakuan penambahan tanaman bakung dibanding dengan sebelum penambahan tanaman bakung.

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Sebelum_Pengolahan_Wetland & Sesudah_Pengolahan_Wetland	10	,788	,007

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
			Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Sebelum_Pengolahan_Wetland - Sesudah_Pengolahan_Wetland	2,73657	,69670	,22032	2,23818	3,23496	12,421	9	,000

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa fitoremediasi dengan metode wetland menggunakan tanaman bakung putih (*Crinum asiaticum* Linn.) dapat menurunkan kadar fosfat limbah cair di IPAL RSUD dr. Soehadi Prijonegoro Sragen. Penurunan tersebut karena lama waktu tinggal air limbah dalam *wetland* yang cukup lama yaitu 24 jam dan banyaknya tanaman bakung putih (*Crinum asiaticum* Linn.) dengan jumlah sebanyak 10 bonggol. Persentase rata-rata penurunan dalam menyerap kadar fosfat limbah cair sebesar 45,59% dan berpengaruh secara bermakna terhadap penurunan kadar fosfat.

5. Singkatan

RSUD	Rumah Sakit Umum Daerah
IPAL	Instalasi Pengolahan Air Limbah
BOD	Biochemical Oxygen Demand
COD	Chemical Oxygen Demand
TSS	Total Suspended Solid
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
B3	Bahan Beracun Dan Berbahaya

6. Daftar Pustaka

- [1] S. B. S. Stephanus Agus Nurdijanto, Purwanto, "Rancang Bangun Dan Rekayasa Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit (Studi Kasus Rumah Sakit Kristen Tayu, Pati)," *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 9, no. 1, p. 25, 2011, [Online]. Available: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/download/2088/1837>.
- [2] N. N. K. Prehatin Trirahayu Ningrum, "Gambaran Pengelolaan Limbah Cair Di Rumah Sakit X Kabupaten Jember," *J. IKESMA*, vol. 10, no. 2, p. 142, 2014, [Online]. Available: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/IKESMA/article/download/4833/3565/>.
- [3] K. Wulandari and D. Wahyudin, *Sanitasi Rumah Sakit*, 1st ed. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018.
- [4] S. S. R. Nurandani Hardyanti, "Fitoremediasi Fosfat Dengan Pemanfaatan Enceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) (Studi Kasus Pada Limbah Cair Industri Kecil Laundry)," *J. PRESIPITASI*, vol. 2, no. 2, p. 28, 2007, doi: <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v2i1.28-33>.
- [5] K. Ngibad, "Analisa Kadar Fosfat Dalam Air Sungai Ngelom Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur.," *J. Pijar MIPA, Universitas Mataram*, vol. 14, no. 3, pp. 197–201, 2019, doi: 10.29303/jpm.v14i3.1158.
- [6] Biro Hukum SETDA Provinsi Jawa Tengah, *Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012*, 2012, p. 37.
- [7] Pemerintah Propinsi Jawa Tengah, *Pemerintah Propinsi Jawa Tengah, Peraturan Daerah No 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah No 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah*. Indonesia, 2012, p. 37.
- [8] P. M. K. R. INDONESIA, *PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 7 TAHUN 2019*, 2019.
- [9] Andreas Umu Roga, *Toksikologi Industri*. Jawa Timur: Banjarbaru: Zukzez Ekpress, 2016.

- [10] M. E. Ir. Nusa Idaman Said, “Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Dengan Sistem Biofilter Anaerob-Aerob,” Jakarta, 2010. [Online]. Available: <http://www.kelair.bppt.go.id/Sitpa/Artikel/Limbahrs/limbahrs.html>.
- [11] Irhamni, S. Pandia, E. Purba, and W. Hasan, “Kajian Akumulator Beberapa Tumbuhan Air Dalam Menyerap Logam Berat Secara Fitoremediasi,” *J. Serambi Eng.*, vol. 1, no. 2, p. 77, 2017, doi: <https://doi.org/10.32672/jse.v1i2.498>.
- [12] Dania Rahmawati, “Fitoremediasi Menggunakan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) Untuk Menurunkan Logam Besi (Fe),” Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, 2020.
- [13] Anwar Hidayat, “Penelitian Eksperimen,” *statistikian.com*, 2012. .
- [14] Rodger B. Baird, E. W. Rice, and Steven POSAVEC, “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater,” in *5540 Surfactants*, 23rd ed., Washington: American Public Health Association, 2017, pp. 626–629.
- [15] Lucky Herawati, *Kumpulan Materi Kuliah Dasar-dasar Penelitian*. Yogyakarta: Akademi Kesehatan Lingkungan, 2002.
- [16] S. Tatag Kurnia Putra, Sulistyani, Mursid Raharjo, “Efektivitas Penurunan Kadar Amoniak Dan Kadar Fosfat Di Instalasi Pengolahan Air Limbah RSUD Sunan Kalijaga Demak,” *J. Kesehat. Masy.*, vol. 6, no. 1, p. 681, 2018, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/download/20215/19070>.