

FITOREMEDIASI AIR LIMBAH IPAL KOMUNAL KAMPUNG BATIK LAWEYAN MENGGUNAKAN TANAMAN *CHLOROPHYTUM COMOSUM* DAN *SPATHIPHYLLUM*

Rahma Lidya Nuraini¹, Eni Budiati²

^{1,2} **Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Email: eb112@ums.ac.id

Published: September, 2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas fitoremediasi menggunakan tanaman Lili Paris (*Chlorophytum comosum*) dan Peace Lily (*Spathiphyllum wallisii*) dalam menurunkan kadar pencemar pada air limbah IPAL Komunal Kampung Batik Laweyan. Penelitian dilakukan dengan variasi komposisi tanaman 250:0, 200:100, 150:150, 100:200, dan 0:250 gram pada volume limbah 5 liter. Pengamatan dilakukan selama 10 hari dengan pengujian parameter COD, TDS, pH, dan intensitas warna pada hari ke-1, 3, 5, 7, dan 10. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses fitoremediasi mampu menurunkan seluruh parameter pencemar yang diuji. Nilai COD awal sebesar 942,0561 mg/L menurun dengan efisiensi tertinggi sebesar 86,67% pada komposisi 150 g Lili Paris dan 150 g Peace Lily. Nilai TDS awal sebesar 5,341 g/L mengalami penurunan hingga mencapai efisiensi sebesar 93,30%. Parameter pH yang semula berada pada kondisi basa mengalami penurunan hingga mendekati netral pada akhir pengamatan. Selain itu, intensitas warna limbah yang diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis mengalami penurunan absorbansi dari 1,055 menjadi 0,763981 dengan efisiensi penyisihan warna sebesar 27,58%. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kombinasi tanaman Lili Paris (*Chlorophytum comosum*) dan Peace Lily (*Spathiphyllum wallisii*) efektif digunakan sebagai agen fitoremediasi untuk memperbaiki kualitas air limbah batik. Komposisi tanaman 150 g : 150 g memberikan hasil terbaik dalam menurunkan kadar pencemar sehingga berpotensi diterapkan sebagai metode pengolahan limbah yang sederhana, ekonomis, dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Fitoremediasi, Limbah Batik, *Chlorophytum Comosum*, *Spathiphyllum Wallisii*, COD, TDS, Ph, Intensitas Warna

ABSTRACT

This study aims to determine the effectiveness of phytoremediation using the Paris Lily (Chlorophytum comosum) and Peace Lily (Spathiphyllum wallisii) plants in reducing pollutant levels in the wastewater of the Laweyan Batik Village Communal Wastewater Treatment Plant. The study was conducted with variations in plant composition of 250:0, 200:100, 150:150, 100:200, and 0:250 grams in a waste volume of 5 liters. Observations were made for 10 days by testing the parameters of COD, TDS, pH, and color intensity on days 1, 3, 5, 7, and 10. The results showed that the phytoremediation process was able to reduce all pollutant parameters tested. The initial COD value of 942.0561 mg/L decreased with the highest efficiency of 86.67% in the composition of 150 g of Paris Lily and 150 g of Peace Lily. The initial TDS value of 5.341 g/L decreased to an efficiency of 93.30%. The pH parameter, which was initially alkaline, decreased to near neutral at the end of the observation. Furthermore, the color intensity of the wastewater measured using a UV-Vis spectrophotometer decreased in absorbance from 1.055 to 0.763981, with a color removal efficiency of 27.58%. Based on the results of the study, it can be concluded that the combination of the Spider Lily (Chlorophytum comosum) and the Peace Lily (Spathiphyllum wallisii) plants is effective as a phytoremediation agent to improve the quality of batik wastewater. The 150 g:150 g plant composition provided the best results in reducing pollutant levels, thus potentially being applied as a simple, economical, and environmentally friendly wastewater treatment method.

Keywords: Phytoremediation, Batik Waste, *Chlorophytum Comosum*, *Spathiphyllum Wallisii*, COD, TDS, pH, Color Intensity

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Limbah cair adalah sisa dari suatu hasil usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan (Ristyana, 2022) Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, air limbah didefinisikan sebagai sisa dari suatu usaha atau kegiatan yang berwujud cair. Sumber air limbah ini dapat berasal dari sektor rumah tangga maupun industri. Di Indonesia, pencemaran air akibat limbah industri tekstil menjadi salah satu masalah serius yang umum terjadi, khususnya di negara-negara berkembang. Jika dibandingkan dengan negara-negara di Asia Tenggara lainnya, Indonesia mencatatkan beban air limbah industri tekstil yang tertinggi. Setiap hari, Indonesia menghasilkan sekitar 883 ton air limbah organik, di mana 29% di antaranya berasal dari industri tekstil. Limbah cair yang dihasilkan oleh industri tekstil biasanya memiliki warna yang pekat dan mengandung berbagai parameter yang mencemari, seperti TDS (*Total Dissolved Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), pH dan polutan lainnya dalam kadar tinggi yang bervariasi.

Salah satu pusat industri batik yang terkenal di Kota Surakarta adalah Kampung Batik Laweyan. Kampung Batik Laweyan di Kota Surakarta dikenal sebagai pusat industri batik yang terkenal. Namun, banyak industri batik di kawasan ini belum memiliki sistem pengolahan limbah cair yang memadai. Sebagian besar limbah langsung dialirkan ke Sungai Jenes atau diolah melalui sistem IPAL yang belum optimal. Akibatnya, kualitas air limbah yang dihasilkan tetap buruk, dengan warna yang tampak sintetis dan nilai COD yang tinggi mencapai 1600 mg/l, serta BOD sebesar 660,28 mg/l (Lolo and Pambudi, 2020). Untuk mengatasi masalah ini, metode fitoremediasi dapat diterapkan untuk memenuhi standar baku mutu limbah yang ditetapkan pemerintah tidak menerapkan proses koagulasi flokulasi.

Fitoremediasi adalah strategi yang realistis dan menjanjikan untuk menghilangkan logam berat dari area yang tercemar, dengan memanfaatkan spesies tanaman hiperakumulator yang sangat efektif (Bhat *et al.*, 2022).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi penggunaan *Chlorophytum comosum* dan *Spathiphyllum wallisii* dalam proses fitoremediasi pada air limbah instalasi pengolahan limbah Kampung Batik Laweyan. *Chlorophytum comosum* merupakan tumbuhan air tawar dengan kemampuan luar biasa dalam menyerap berbagai polutan dari ekosistem perairan. Sifat-sifat ini menjadikan *Chlorophytum comosum* tanaman yang cocok untuk digunakan dalam fitoremediasi di perairan yang terkontaminasi. Di sisi lain, (*Spathiphyllum wallisii*) dapat mentolerir kondisi ekstrim seperti lingkungan asam (pH = 0,6), nutrisi terkonsentrasi (konsentrasi nitrat hingga 350.000 mg/L), dan suhu beku (5 °F atau 15 °C). dan kekeringan (hingga 15 bulan) (Panja *et al.*, 2021) *Chlorophytum comosum* dan *Spathiphyllum wallisii* diharapkan dapat menyeimbangkan dan memperbaiki kadar polutan air sesuai baku mutu daerah. Maka dari itu, penelitian ini berjudul "Fitoremediasi Air Limbah IPAL Komunal Kampung Batik Laweyan Menggunakan Tanaman *Chlorophytum comosum* dan *Spathiphyllum wallisii*" Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk mengolah air limbah sehingga sisa air yang dibuang telah memenuhi standar baku mutu daerah. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjaga kelestarian ekosistem di perairan dan melindungi manusia dari penyakit yang dapat ditimbulkan akibat mengonsumsi tanaman yang menyerap air tercemar. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan solusi pengolahan air limbah agar memenuhi standar, serta menjaga lingkungan perairan dan kesehatan manusia.

Adapun tujuan khusus pada penelitian ini yang dapat ditulis sebagai berikut: (1) Mengetahui pengaruh waktu kontak terhadap nilai perubahan kondisi fisik tanaman *Chlorophytum comosum* dan *Spathiphyllum wallisii* setelah melalui proses fitoremediasi. (2) Mengevaluasi hasil efektivitas metode fitoremediasi berdasarkan nilai kadar pH, nilai TDS (*Total Dissolved Solid*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) serta keadaan fisik tanaman air limbah dari proses produksi sehingga memenuhi standar baku mutu daerah.

METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen untuk mengevaluasi efektivitas fitoremediasi air limbah IPAL Komunal Kampung Batik Laweyan dengan memanfaatkan tanaman *Chlorophytum comosum* dan *Spathiphyllum*. Variabel bebas meliputi jenis tanaman, komposisi massa

tanaman, dan waktu detensi, sedangkan variabel terikat berupa nilai COD, TDS, pH, serta perubahan kondisi tanaman selama proses fitoremediasi. Variabel kontrol yang digunakan adalah volume air limbah pada setiap perlakuan agar hasil yang diperoleh dapat dibandingkan secara objektif. Komposisi tanaman divariasikan dengan total massa 250 gram, yaitu 250:0, 200:100, 150:150, 100:200, dan 0:250 gram antara *Chlorophytum comosum* dan *Spathiphyllum*. Alat penelitian meliputi bak kolam sebagai media fitoremediasi, *pH meter*, dan *TDS meter*, sedangkan bahan yang digunakan berupa sampel limbah cair harian IPAL Komunal Kampung Batik Laweyan serta kedua jenis tanaman sebagai agen fitoremediasi.

Tahapan penelitian diawali dengan persiapan alat dan bahan, kemudian dilanjutkan proses aklimatisasi tanaman selama tiga hari untuk menyesuaikan tanaman terhadap kondisi lingkungan baru. Pada hari pertama tanaman direndam menggunakan air bersih, sedangkan dua hari berikutnya menggunakan air limbah sehingga tanaman mampu beradaptasi sebelum digunakan dalam proses fitoremediasi. Pengambilan sampel limbah dilakukan pada satu titik, yaitu langsung dari pipa pembuangan limbah industri batik saat jam operasional, kemudian sampel dimasukkan ke dalam jeriken berkapasitas sekitar 35 liter untuk selanjutnya digunakan sebagai media penelitian.

Proses fitoremediasi dilakukan dengan memasukkan variasi komposisi tanaman ke dalam 5 liter air limbah pada setiap perlakuan. Masa perlakuan berlangsung selama 10 hari dengan pengamatan dan pengambilan sampel pada hari ke-1, ke-3, ke-5, ke-7, dan ke-10. Setelah proses fitoremediasi selesai, dilakukan karakterisasi sampel melalui pengukuran parameter COD, TDS, dan pH. Pengukuran pH dilakukan menggunakan *pH meter*, pengukuran TDS menggunakan *TDS meter*, sedangkan analisis COD dilakukan melalui metode titrasi menggunakan larutan kalium dikromat, asam sulfat, indikator ferroin, dan larutan besi(II) sulfat (*FAS*) hingga diperoleh nilai COD berdasarkan perhitungan yang telah ditetapkan.

Data hasil pengukuran kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel* untuk membandingkan perubahan kadar COD, TDS, dan pH pada setiap variasi komposisi tanaman. Analisis tersebut bertujuan untuk mengetahui perbedaan efektivitas *Chlorophytum comosum* dan *Spathiphyllum* dalam menurunkan kandungan polutan pada air limbah batik. Melalui hasil penelitian ini diharapkan dapat diketahui komposisi tanaman yang paling efektif dalam proses fitoremediasi, sekaligus mengevaluasi kemampuan masing-masing tanaman dalam beradaptasi dan bertahan pada lingkungan perairan dengan tingkat pencemaran yang tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

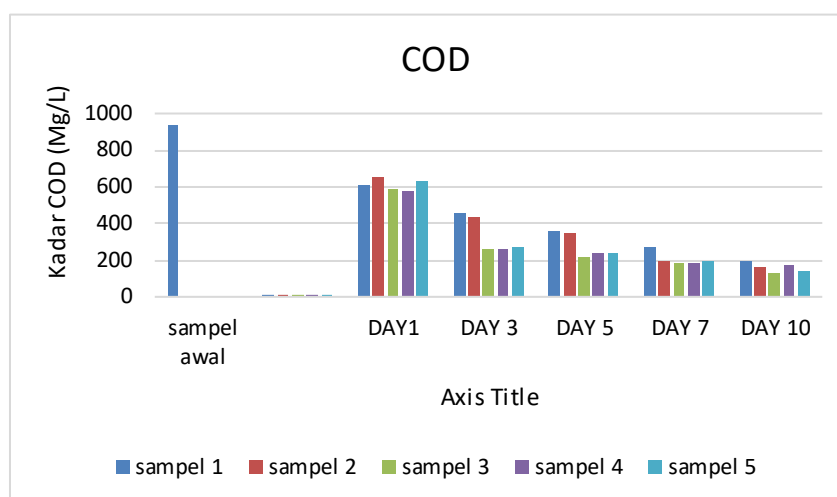
Pengaruh Fitoremediasi Terhadap Penurunan COD

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah ukuran jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik dan beberapa senyawa anorganik yang terdapat dalam air secara kimiawi. Parameter ini digunakan untuk menggambarkan tingkat beban pencemar organik dalam suatu perairan dan dinyatakan dalam satuan mg/L O₂. Nilai COD yang tinggi mengindikasikan tingginya konsentrasi bahan pencemar organik yang memerlukan oksigen dalam jumlah besar untuk proses penguraiannya. Akibatnya, ketersediaan oksigen terlarut dalam perairan dapat berkurang dan berpotensi menurunkan kualitas lingkungan perairan (Setyaningrum, Anisa and Rasyda, 2022).

Tabel 1. Data hasil penurunan efisiensi kadar COD.

No.	Sampel	Fitoremediasi (mg/L)				
		1 hari	3 hari	5 hari	7 hari	10 hari
1.	A	608,3	461,15	362,46	267,36	195,58
2.	B	651,36	436	346,31	192	161,49
3.	C	584,97	261,98	217,12	183	125,6
4.	D	577,8	265,57	244	184,82	177,64
5.	E	635,215	274,54	242,24	190,2	141,75

Berdasarkan kadar COD yang terdapat pada Tabel 1. maka dihasilkan efisiensi penurunan kadar COD selama 10 hari yang tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Efisiensi penurunan kadar COD

Berdasarkan hasil pengujian, nilai COD mengalami penurunan pada seluruh sampel selama proses fitoremediasi berlangsung. Nilai COD awal sebesar 942,0561 mg/L menurun menjadi 195,5888 mg/L pada sampel 1, 161,4953 mg/L pada sampel 2, 125,6075 mg/L pada sampel 3, 177,6449 mg/L pada sampel 4, dan 141,7576 mg/L pada sampel 5 pada hari ke-10. Efisiensi penurunan COD yang diperoleh berturut-turut sebesar 79,24%; 82,86%; 86,67%; 81,14%; dan 84,95%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh perlakuan mampu menurunkan kandungan bahan organik dalam limbah batik, namun tingkat efektivitasnya berbeda pada setiap sampel. Sampel 3 memberikan efisiensi penurunan tertinggi yaitu 86,67%, sedangkan sampel 1 menunjukkan efisiensi terendah sebesar 79,24%.

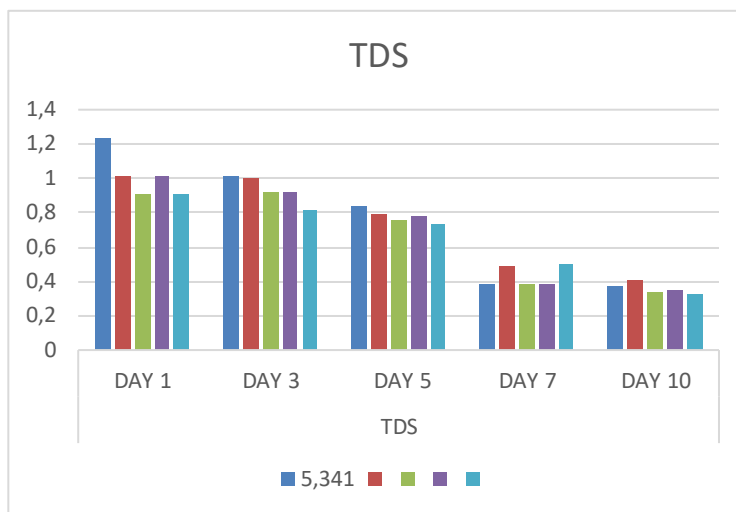
Penurunan COD yang terjadi mengindikasikan bahwa senyawa organik yang terkandung dalam limbah berhasil didegradasi selama proses fitoremediasi. Jika diamati dari data harian, penurunan paling besar terjadi pada rentang hari ke-1 hingga hari ke-5. Pada sampel 3 misalnya, COD turun dari 584,97 mg/L pada hari ke-1 menjadi 217,12 mg/L pada hari ke-5 atau berkurang sekitar 62,88%. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada fase awal penelitian aktivitas mikroorganisme di daerah perakaran berlangsung sangat intensif karena ketersediaan bahan organik sebagai sumber energi masih tinggi. Semakin tinggi konsentrasi bahan organik yang tersedia, semakin besar pula aktivitas biodegradasi yang dilakukan oleh mikroorganisme sehingga penurunan COD berlangsung lebih cepat. Setelah hari ke-5 laju penurunan mulai melambat karena sebagian besar senyawa organik yang mudah terdegradasi telah berkurang dan tersisa senyawa yang lebih kompleks.

Perbedaan efisiensi penurunan COD antar sampel diduga dipengaruhi oleh kemampuan tanaman dalam membentuk zona perakaran yang efektif serta kondisi mikrobiologis pada media fitoremediasi. Sampel 3 yang memiliki efisiensi tertinggi menunjukkan bahwa interaksi antara akar tanaman dan mikroorganisme berlangsung lebih optimal dibandingkan sampel lainnya. Sebaliknya, pada sampel 1 masih ditemukan nilai COD akhir yang relatif lebih tinggi sehingga mengindikasikan bahwa proses penguraian bahan organik belum berlangsung secara maksimal. Secara keseluruhan, penurunan COD yang mencapai lebih dari 79% pada seluruh sampel membuktikan bahwa tanaman memiliki kemampuan yang baik dalam menurunkan beban pencemar organik limbah batik melalui kombinasi mekanisme rhizodegradation, penyerapan oleh akar, dan aktivitas mikroorganisme pada zona rhizosfer. Hasil ini juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu fitoremediasi, semakin besar peluang terjadinya penguraian bahan organik sehingga kualitas limbah menjadi lebih baik.

Pengaruh Fitoremediasi Terhadap Penurunan TDS

Total Dissolved Solid (TDS) adalah ukuran jumlah total zat padat yang terlarut dalam air, baik yang berasal dari senyawa organik maupun anorganik, seperti garam mineral, ion logam, dan bahan organik terlarut. Parameter TDS digunakan untuk menggambarkan tingkat kandungan zat terlarut dalam suatu perairan dan dinyatakan dalam satuan mg/L atau ppm. Nilai TDS yang tinggi mengindikasikan

tingginya konsentrasi bahan terlarut yang dapat mempengaruhi kualitas air, menurunkan tingkat kejernihan, serta berpotensi mengganggu kehidupan organisme akuatik apabila melebihi batas yang diperbolehkan. Oleh karena itu, TDS sering digunakan sebagai salah satu parameter penting dalam evaluasi kualitas air dan efektivitas proses pengolahan limbah (Wowor, Hanurawaty and Yulianto, 2023).



Gambar 2. Efisiensi Kadar Penurunan TDS

Berdasarkan kadar TDS yang terdapat pada Tabel 2, maka dihasilkan efisiensi penurunan kadar TDS selama 20 hari yang tersaji pada Gambar 2.

Tabel 2. Data Hasil Penurunan Efisiensi TDS

No.	Sampel	Fitoremediasi (mg/L)				
		1 hari	3 hari	5 hari	7 hari	10 hari
1.	A	1,233	1,009	0,835	0,387	0,375
2.	B	1,012	1,007	0,792	0,485	0,408
3.	C	0,911	0,915	0,756	0,387	0,342
4.	D	1,012	0,917	0,783	0,39	0,345
5.	E	0,911	0,815	0,734	0,498	0,322

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, nilai *Total Dissolved Solid* (TDS) mengalami penurunan yang signifikan selama proses fitoremediasi berlangsung. Nilai TDS awal sebesar 5,341 g/L menurun secara bertahap hingga mencapai rata-rata 0,358 g/L pada hari ke-10 dengan efisiensi penurunan sebesar 93,30%. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa sistem fitoremediasi menggunakan tanaman Peace Lily mampu mengurangi konsentrasi zat terlarut yang terkandung dalam limbah batik secara efektif. Tingginya nilai TDS pada limbah batik umumnya berasal dari berbagai senyawa kimia yang digunakan selama proses produksi, seperti garam, zat fiksasi warna, surfaktan, dan residu bahan pencuci. Keberadaan senyawa-senyawa tersebut menyebabkan kualitas limbah menurun dan berpotensi mengganggu keseimbangan lingkungan apabila dibuang tanpa pengolahan yang memadai.

Penurunan nilai TDS selama penelitian diduga terjadi melalui mekanisme penyerapan ion dan senyawa terlarut oleh sistem perakaran tanaman. Akar Peace Lily memiliki kemampuan untuk menyerap unsur-unsur terlarut yang kemudian dimanfaatkan sebagai nutrisi dalam proses metabolisme dan pertumbuhan tanaman. Selain itu, daerah rhizosfer yang terbentuk di sekitar akar menjadi habitat bagi berbagai mikroorganisme yang mampu menguraikan senyawa organik terlarut menjadi bentuk yang lebih sederhana. Aktivitas biologis tersebut menyebabkan konsentrasi zat terlarut dalam limbah berkurang secara bertahap seiring bertambahnya waktu kontak antara tanaman dan media limbah. Semakin berkembang sistem perakaran tanaman, maka semakin luas pula area penyerapan yang tersedia sehingga efisiensi penyisihan TDS cenderung meningkat.

Efisiensi penurunan TDS yang mencapai lebih dari 90% menunjukkan bahwa proses fitoremediasi tidak hanya efektif dalam menurunkan beban pencemar organik, tetapi juga mampu

memperbaiki kualitas limbah melalui pengurangan kandungan zat terlarut. Hasil ini mengindikasikan bahwa tanaman Peace Lily memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap lingkungan limbah batik dan mampu mempertahankan aktivitas fisiologisnya selama proses pengolahan berlangsung. Penurunan TDS yang tinggi juga menunjukkan adanya interaksi yang baik antara tanaman, mikroorganisme, dan media limbah sehingga proses penyerapan, adsorpsi, serta biodegradasi dapat berlangsung secara optimal. Dengan demikian, penggunaan Peace Lily berpotensi menjadi alternatif teknologi pengolahan limbah yang sederhana, ekonomis, dan ramah lingkungan.

Pengaruh Fitoremediasi Terhadap Perubahan pH

Pada penelitian ini, parameter pH digunakan untuk mengevaluasi perubahan karakteristik kimia limbah batik selama proses fitoremediasi menggunakan tanaman Lili Paris (*Chlorophytum comosum*) dan Peace Lily (*Spathiphyllum wallisii*). Penurunan nilai pH selama proses pengolahan mengindikasikan terjadinya perbaikan kualitas limbah menuju kondisi yang lebih stabil dan mendekati netral sehingga lebih aman bagi lingkungan (Jurnal *et al.*, 2019).

Gambar 3. Efisiensi penurunan kadar pH.

Tabel 3. Data Hasil Penurunan Efisiensi Ph.

No.	Sampel	Fitoremediasi (mg/L)				
		1 hari	3 hari	5 hari	7 hari	10 hari
1.	A	9,4	8,9	8,5	8,1	8
2.	B	9,4	8,8	8,4	8,3	8,1
3.	C	8,9	8,7	8,5	8,2	8
4.	D	9	8,6	8,2	8,1	8
5.	E	9,1	8,6	8,4	8,2	8,1

Berdasarkan kadar pH yang terdapat pada Tabel 3, maka dihasilkan efisiensi penurunan kadar pH selama 10 hari yang tersaji pada Gambar 3.

Tabel diatas menunjukkan perubahan nilai pH selama proses fitoremediasi. Nilai pH awal limbah berada pada kisaran 9,0–9,4 yang menunjukkan bahwa limbah bersifat basa. Setelah dilakukan fitoremediasi, terjadi penurunan pH secara bertahap hingga mendekati kondisi netral.

Pada hari ketiga dan hari kelima, nilai pH mulai mengalami penurunan hingga berada pada kisaran 8,2–8,9. Pada hari ke-10, pH seluruh sampel berada pada rentang 8,0–8,1 sehingga menunjukkan kestabilan sistem fitoremediasi yang telah terbentuk. Perubahan pH terjadi akibat aktivitas biologis tanaman dan mikroorganisme yang mampu memanfaatkan berbagai senyawa kimia dalam limbah sehingga kondisi air menjadi lebih stabil dan mendekati netral.

Penurunan Intensitas Warna

Tabel 4. Hasil Penurunan Intensitas Warna

Awal	1	2	3	4	5
1,055	0,763981	0,870166	0,858768	0,874882	0,8891

Hasil pengujian intensitas warna menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bahwa nilai absorbansi limbah batik mengalami penurunan dari 1,055 pada kondisi awal menjadi 0,763981 pada akhir proses fitoremediasi dengan efisiensi penyisihan sebesar 27,58%. Penurunan nilai absorbansi tersebut mengindikasikan bahwa sebagian senyawa pewarna yang terkandung dalam limbah berhasil direduksi selama proses pengolahan menggunakan tanaman Lili Paris (*Chlorophytum comosum*) dan Peace Lily (*Spathiphyllum wallisii*). Berkurangnya intensitas warna diduga terjadi akibat proses adsorpsi zat warna pada sistem perakaran tanaman serta aktivitas mikroorganisme di daerah rhizosfer yang membantu menguraikan molekul pewarna menjadi senyawa yang lebih sederhana. Namun, efisiensi penyisihan warna yang lebih rendah dibandingkan parameter COD dan TDS menunjukkan bahwa senyawa pewarna dalam limbah batik memiliki struktur yang lebih kompleks dan relatif sulit terdegradasi. Meskipun demikian, penurunan absorbansi yang terjadi membuktikan bahwa

sistem fitoremediasi mampu memperbaiki kualitas visual limbah dan mengurangi konsentrasi zat warna sehingga berpotensi menjadi alternatif pengolahan limbah batik yang ramah lingkungan

Pembahasan

Pada penelitian ini, limbah cair yang digunakan berasal dari IPAL Komunal Kampung Batik Laweyan yang mengandung beberapa parameter pencemar, yaitu Chemical Oxygen Demand (COD), Total Dissolved Solid (TDS), pH, dan intensitas warna. Pengolahan limbah dilakukan menggunakan metode fitoremediasi dengan memanfaatkan tanaman Lili Paris (*Chlorophytum comosum*) dan Peace Lily (*Spathiphyllum wallisii*) sebagai agen fitoremediator. Fitoremediasi merupakan teknologi pengolahan limbah yang memanfaatkan kemampuan tanaman untuk menyerap, mengakumulasi, menstabilkan, serta menguraikan bahan pencemar yang terdapat dalam media air melalui aktivitas fisiologis tanaman dan interaksi dengan mikroorganisme pada daerah perakaran. Metode ini dipilih karena relatif sederhana, ramah lingkungan, serta memiliki biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan metode pengolahan limbah konvensional.

Proses fitoremediasi pada penelitian ini diawali dengan aklimatisasi tanaman selama tiga hari, kemudian dilanjutkan dengan pengamatan selama 10 hari pada berbagai variasi komposisi tanaman. Mekanisme fitoremediasi yang terjadi meliputi rhizofiltration, yaitu proses penyaringan dan penyerapan kontaminan oleh akar tanaman; phytoextraction, yaitu proses penyerapan dan akumulasi zat pencemar ke dalam jaringan tanaman; serta rhizodegradation, yaitu penguraian senyawa pencemar oleh mikroorganisme yang hidup pada daerah rhizosfer. Berdasarkan hasil penelitian, seluruh perlakuan menunjukkan penurunan konsentrasi pencemar yang ditandai dengan menurunnya nilai COD, TDS, pH, dan intensitas warna limbah selama masa pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi tanaman Lili Paris dan Peace Lily mampu beradaptasi dengan baik pada media limbah serta berpotensi digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah batik yang efektif dan berkelanjutan.

Pembahasan *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Nilai COD yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan adanya penurunan yang signifikan selama proses fitoremediasi menggunakan tanaman Lili Paris (*Chlorophytum comosum*) dan Peace Lily (*Spathiphyllum wallisii*). Nilai COD awal sebesar 942,0561 mg/L mengalami penurunan hingga mencapai 125,60 mg/L pada komposisi 150 g Lili Paris dan 150 g Peace Lily dengan efisiensi penyisihan sebesar 86,67%. Hasil ini menunjukkan bahwa kedua tanaman memiliki kemampuan yang baik dalam menurunkan kandungan bahan organik yang terdapat pada limbah batik.

Penurunan COD terjadi karena adanya proses *rhizodegradation* dan rhizofiltration yang berlangsung pada daerah perakaran tanaman. Sistem perakaran tanaman menyediakan habitat bagi mikroorganisme yang berperan dalam menguraikan senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Selain itu, akar tanaman juga mampu menyerap sebagian senyawa organik terlarut yang kemudian dimanfaatkan dalam proses metabolisme tanaman.

Hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian (Rahman, Yanti Lisha and Fitriada, 2024) yang menggunakan Azolla microphylla dan Eichhornia crassipes dengan efisiensi penurunan COD sebesar 69,25%. Efisiensi tertinggi pada komposisi 150 g : 150 g menunjukkan bahwa kombinasi kedua tanaman mampu menciptakan kondisi rhizosfer yang lebih stabil sehingga proses biodegradasi berlangsung lebih optimal.

Pembahasan *Total Dissolved Solid (TDS)*

Nilai TDS pada penelitian ini mengalami penurunan yang cukup signifikan selama proses fitoremediasi. Nilai awal sebesar 5,341 g/L menurun hingga mencapai 0,322 g/L pada akhir pengamatan dengan efisiensi penyisihan sebesar 93,30%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanaman Lili Paris dan Peace Lily mampu menyerap berbagai zat terlarut yang terkandung dalam limbah batik.

Penurunan TDS terjadi melalui proses *phytoextraction* dan *rhizofiltration*. Pada mekanisme ini, ion-ion terlarut seperti garam mineral, residu pewarna, dan senyawa kimia lainnya diserap oleh akar tanaman dan dimanfaatkan sebagai nutrisi untuk menunjang pertumbuhan. Aktivitas mikroorganisme pada daerah rhizosfer juga membantu menguraikan senyawa organik terlarut menjadi bentuk yang lebih sederhana.

Efisiensi penurunan TDS yang mencapai lebih dari 90% menunjukkan bahwa kedua tanaman memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap lingkungan limbah batik. Semakin lama waktu kontak antara tanaman dan limbah, semakin besar kemampuan tanaman dalam menurunkan kandungan zat terlarut.

Pembahasan pH

Nilai pH awal limbah berada pada kisaran 9,0–9,4 yang menunjukkan bahwa limbah bersifat basa. Setelah dilakukan fitoremediasi selama 10 hari, nilai pH seluruh perlakuan mengalami penurunan hingga berada pada rentang 8,0–8,1. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa proses fitoremediasi mampu memperbaiki karakteristik kimia limbah menuju kondisi yang lebih stabil dan mendekati netral.

Perubahan nilai pH terjadi karena aktivitas metabolisme tanaman dan mikroorganisme pada daerah rhizosfer. Akar tanaman menyerap berbagai ion yang terdapat dalam limbah sehingga menyebabkan perubahan keseimbangan ion di dalam air. Selain itu, proses dekomposisi senyawa organik menghasilkan berbagai senyawa antara yang turut mempengaruhi nilai pH limbah.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Rabiatul, Dharmono and Riefani, 2020) menggunakan *Hydrilla verticillata* yang menunjukkan kemampuan tanaman dalam memperbaiki kualitas air melalui penurunan parameter pH.

Pembahasan Intensitas Warna

Hasil pengujian menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bahwa nilai absorbansi limbah mengalami penurunan dari 1,055 menjadi 0,763981 dengan efisiensi penyisihan warna sebesar 27,58%. Penurunan absorbansi menunjukkan bahwa sebagian senyawa pewarna yang terkandung dalam limbah batik berhasil dihilangkan selama proses fitoremediasi.

Penurunan intensitas warna terjadi melalui mekanisme adsorpsi pada permukaan akar, penyerapan zat warna oleh jaringan tanaman, serta aktivitas mikroorganisme yang hidup di sekitar akar tanaman. Mikroorganisme tersebut menghasilkan enzim yang mampu menguraikan struktur kompleks zat warna menjadi senyawa yang lebih sederhana.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, metode fitoremediasi menggunakan tanaman Lili Paris (*Chlorophytum comosum*) dan Peace Lily (*Spathiphyllum wallisii*) mampu menurunkan kadar pencemar pada limbah IPAL Komunal Kampung Batik Laweyan. Parameter COD mengalami penurunan dengan efisiensi tertinggi sebesar 86,67% pada sampel C (150 g Lili Paris : 150 g Peace Lily), sedangkan TDS mengalami penurunan hingga 93,30%. Selain itu, nilai pH yang semula berada pada kondisi basa mengalami penurunan hingga mendekati netral, serta intensitas warna limbah menurun dengan efisiensi sebesar 27,58%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi kedua tanaman berpotensi digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah batik yang ramah lingkungan.

REFERENCES

- Achmad, C.A., Lestari, Y.D. and Purnomo, E. (2024) 'Effectiveness of *Hydrilla verticillata* (L.F.) Royle as a phytoremediation agent in Kaligarang River raw water', *Journal of Natural Sciences and Mathematics Research*, 10(1), pp. 106–113. Available at: <https://doi.org/10.21580/jnsmr.v10i1.20106>.
- Bhat, S.A. *et al.* (2022) 'Phytoremediation of heavy metals in soil and water: An eco-friendly, sustainable and multidisciplinary approach', *Chemosphere*, 303(January). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134788>.
- Elvince, R., Handayani, T. and Rahmadia, N. (2023) 'Identifikasi Jenis Tumbuhan Air di Danau Sabuah Pulang Pisau Kalimantan Tengah Identification of Water Plant Types in Sabuah Lake Pulang Pisau Central Kalimantan', 8(2), pp. 115–124. Available at: <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v8i2.170>.

- Jurnal, Q. *et al.* (2019) 'Analisis Parameter COD (Chemical Oxygen Demand) dan pH (potential Hydrogen) Limbah Cair di PT . Pupuk Iskandar Muda (PT . PIM) Lhokseumawe Quimica : Jurnal Kimia Sains dan Terapan', 1(April).
- Khan, A.U. *et al.* (2022) 'Phytoremediation of pollutants from wastewater: A concise review', *Open Life Sciences*, 17(1), pp. 488–496. Available at: <https://doi.org/10.1515/biol-2022-0056>.
- Lolo, E.U. and Pambudi, Y.S. (2020) 'Penurunan Parameter Pencemar Limbah Cair Industri Tekstil Secara Koagulasi Flokulasi (Studi Kasus: IPAL Kampung Batik Laweyan, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia)', *Jurnal Serambi Engineering*, 5(3), pp. 1090–1098. Available at: <https://doi.org/10.32672/jse.v5i3.2072>.
- Megagupita, S. *et al.* (2024) 'Perbandingan Efektivitas Fitoremediasi Dalam Mereduksi BOD dan COD (Studi Kasus : Industri Batik Alam , Pasuruan) Comparison Effectiveness of Phytoremediation in Reducing BOD and COD (Study Case : Batik Alam Industry , Pasuruan)', 11, pp. 20–29.
- Metwally, S.A. *et al.* (2019) 'In vitro ultraviolet radiation effects on growth , chemical constituents and molecular aspects of Spathiphyllum plant', 6.
- Ni'mah, L., Anshari, M.A. and Saputra, H.A. (2019) 'Pengaruh variasi massa dan lama kontak fitoremediasi tumbuhan parupuk (Phragmites karka) terhadap derajat keasaman (pH) dan penurunan kadar merkuri pada perairan bekas penambangan intan dan emas kabupaten Banjar', *Konversi*, 8(1), pp. 55–62.
- Panja, S. *et al.* (2021) 'Removal of antibiotics and nutrients by vetiver grass (Chrysopogon zizanioides) from a plug flow reactor based constructed wetland model', *Toxics*, 9(4). Available at: <https://doi.org/10.3390/toxics9040084>.
- Rahman, A., Yanti Lisha, S. and Fitriada, W. (2024) 'EFEKTIVITAS AZOLLA MICROPHYLLA DAN EICHHORNIA CRASSIPES DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU Efficacy Of Azolla microphylla And Eichhornia crassipes In The Treatment Of Tofu Wastewater', *Jurnal Engineering*, 6(1), pp. 23–31.
- Ristyana, L. (2022) 'Analisis Kandungan DO, BOD, COD, TS, TDS, TSS dan Analisis Karakteristik Fisikokimia Limbah Cair Industri Tahu di UMKM Daerah Imogiri Barat Yogyakarta Ristyana Listyaningrum', *Universitas Ahmad Dahlan* [Preprint], (June).
- Setyaningrum, D., Anisa, Z. and Rasyda, H. (2022) 'Pengujian Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada Air Limbah Tinggi Kalsium Klorida Menggunakan Metode Refluks Terbuka', *Formosa Journal of Science and Technology*, 1(4), pp. 353–362. Available at: <https://doi.org/10.55927/fjst.v1i4.1050>.
- Sirih, P. *et al.* (2021) '(Chlorophytum comosum) SEBAGAI SARANA', 10(1), pp. 347–354.
- Wowor, B.Y., Hanurawaty, N.Y. and Yulianto, B. (2023) 'Perbedaan Variasi Ketebalan Media Filter Arang Aktif Terhadap Penurunan Kadar Total Dissolved Solids (TDS)', 22(1), pp. 76–83.
- Yaseen, D.A. and Scholz, M. (2019) *Textile dye wastewater characteristics and constituents of synthetic effluents: a critical review*, *International Journal of Environmental Science and Technology*. Springer Berlin Heidelberg. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13762-018-2130-z>.