

Perbandingan Efektivitas Fitoremediasi Dalam Mereduksi BOD dan COD- JSAL - April 24 *by Sheilla Marendra*

Submission date: 08-May-2024 05:08PM (UTC+0700)

Submission ID: 2374116054

File name: s_Fitoremediasi_Dalam_Mereduksi_BOD_dan_COD-_JSAL_-_April_24.pdf (505.2K)

Word count: 4598

Character count: 26625

**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)***Sheilla Megagupita Putri Marendra^{1*}, Bambang Rahadi Widiatmono², Emelia Sari³¹Teknik Lingkungan, Universitas Trisakti, Jl Kyai Tapa, Jakarta, Indonesia²Teknik Lingkungan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang, Indonesia³Teknik Industri, Universitas Trisakti, Jl Kyai Tapa, Jakarta, Indonesia

*Email korespondensi : sheilla@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Pembangunan industri batik memberikan dampak terhadap lingkungan, produk akhir dalam proses tersebut menghasilkan limbah cair yang mengandung logam dan bahan organik. Teknik fitoremediasi pada penelitian ini menggunakan tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dan Kayu Apu (*Salvinia cucullata*) untuk mereduksi BOD dan COD pada Industri Griya Alam Batik Pasuruan. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada faktorial 2x3. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi limbah cair batik yang efektif dalam proses fitoremediasi pada tanaman eceng gondok dan kayu apu dalam mereduksi BOD dan COD. Konsentrasi air limbah yang digunakan antara lain konsentrasi 0% (sebagai kontrol), konsentrasi 20% dan konsentrasi 40% pada masing - masing jenis tanaman. Menurut hasil penelitian Konsentrasi 20% adalah konsentrasi paling efektif dalam proses fitoremediasi. BOD pada tanaman Eceng Gondok dari 305.36 menjadi 199.27 mg.L⁻¹, sedangkan nilai BOD tanaman Kayu Apu dari 305.36 menjadi 229.95 mg.L⁻¹, COD pada tanaman eceng gondok dari 659.44 menjadi 505.18 mg.L⁻¹, sedangkan COD tanaman Kayu Apu dari 659.75 menjadi 519.93 mg.L⁻¹, sehingga dapat disimpulkan bahwa tanaman eceng gondok lebih efektif dalam mereduksi BOD dan COD air limbah batik alam.

Kata kunci: eceng gondok (*Eichornia crassipes*), fitoremediasi, kayu apu (*Salvinia cucullata*), limbah cair Batik Alam

ABSTRACT

The development of batik industry has an impact on the environment, The final product in this process produces liquid waste contains metals and organic materials. The phytoremediation technique in this research used Water Hyacinth (*Eichornia crassipes*) and Kayu Apu (*Salvinia cucullata*) to reduce BOD and COD in the Griya Alam Batik Pasuruan Industry. The method used experimental method with a Completely Randomized Design (CRD) on a 2x3 factorial. This research aims to determine the concentration of batik liquid waste that is effective in the phytoremediation process on water hyacinth and apu wood plants in reducing BOD and COD. The wastewater concentrations used include 0% concentration (as a control), 20% concentration and 40% concentration for each type of plant. According to research results, 20% concentration is the most effective concentration in the phytoremediation process. BOD in water Hyacinth plants from 305.36 to 199.27 mg.L⁻¹, while BOD value in Kayu Apu plants from 305.36 to 229.95 mg.L⁻¹, COD in Water Hyacinth plants from 659.75 to 505.18 mg.L⁻¹, while the COD of Kayu Apu plants was from 659.75 to 519.93 mg.L⁻¹. So it can be concluded that Water Hyacinth plants are more effective in removal BOD and COD in natural batik wastewater.

Keywords: water hyacinth (*Eichornia crassipes*), phytoremediation, kayu apu (*Salvinia cucullata*), Batik Alam waste water

PENDAHULUAN

Industri batik di Indonesia semakin terkenal sejak diakui oleh Badan Perserikatan Bangsa

ngsa Urusan Kebudayaan (UNESCO). Dalam proses produksinya, industri ini menghasilkan limbah cair yang jumlahnya mencapai 80% dari seluruh jumlah air yang dipergunakan dalam proses pembatikan (Setiyono *et al.*, 2017). Menurut (Suprihatin, 2014), Industri batik merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan atau pencelupan.

Limbah batik selain menggunakan zat pewarna sintesis juga menggunakan zat pewarna alami. Zat pewarna alami berasal dari alam seperti mineral dan tumbuhan. Zat pewarna alam diperoleh dengan ekstraksi atau perebusan secara tradisional. Hal ini sangat cocok untuk industri kecil dan menengah yang pada saat ini sedang digalakkan Pemerintah untuk menunjang komoditi ekspor.

Proses produksi penggunaan zat warna alam juga ramah lingkungan dibandingkan pewarna sintesis, namun bukan berarti penggunaan zat warna alam tidak membahayakan lingkungan. Hanya saja kadar kandungan bahan organik serta logamnya lebih rendah dibanding pewarna sintesis, sehingga perlu dilakukan pengolahan khusus untuk industri kecil dan menengah. Produk akhir dalam proses tersebut menghasilkan limbah cair yang mengandung logam berat contohnya Timbal (Pb), Kromium (Cr), Kadmium (Cd), Nikel (Ni), Tembaga (Cu) dan Seng (Zn). Limbah batik tersebut juga dapat menaikkan kandungan organik seperti BOD, COD, DO, TSS dan pH.

Upaya pengolahan limbah cair yang murah dan sederhana tetapi efektif perlu diupayakan. Teknik fitoremediasi adalah salah satu cara pengolahan limbah baik padat maupun cair menggunakan tumbuhan sebagai agen biologi dalam pengolahan limbah (Irawanto, 2010). Keuntungan fitoremediasi dibandingkan dengan metode pengolahan limbah lainnya adalah proses pengolahan dapat dilakukan secara eksitu maupun insitu, sehingga mudah untuk diterapkan dan tidak memerlukan biaya yang tinggi. Fitoremediasi juga dapat mereduksi kontaminan senyawa organik dan anorganik dalam jumlah yang besar, serta merupakan metode yang ramah lingkungan (Santriyana *et al.*, 2010).

Tanaman yang digunakan sebagai fitoremediasi bersifat hiperakumulator. Tanaman hiperakumulator memiliki laju penyerapan dan translokasi logam seratus kali lebih tinggi. Jenis tanaman yang berpotensi menjadi fitoremediator dalam pengolahan limbah dan air buangan, misalnya tanaman *water lily*, kayu apu, eceng gondok, seledri air, bunga matahari, kangkung, melati air, kayambang, genjer dan papyrus payung. Tanaman hiperakumulator yang sering dimanfaatkan adalah tanaman non pangan dan banyak ditemukan di alam (Hapsari *et al.*, 2016).

Hasil penelitian menurut Cahyanto (2018) menunjukkan bahwa tanaman Kayu Apu dapat menurunkan Cr sebesar 77.5% pada limbah batik sintesis. Eceng gondok dapat menurunkan 81.04% kandungan Cr (Nugroho, 2021).

Fitoremediator yang digunakan pada penelitian adalah tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dan kayu apu (*Salvinia cucullata*). Kedua jenis tanaman ini dipilih karena memiliki karakteristik yang sama yaitu jenis tanaman yang mengapung (*floating*) pada permukaan air. Sifat pertumbuhan yang cepat serta memiliki bentuk akar yang panjang diharapkan tanaman tersebut dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kualitas lingkungan perairan. Oleh karena itu, penulis ingin melakukan penelitian mengenai kandungan limbah cair batik pewarna alami dan keefektifan tanaman eceng gondok dan kayu apu dalam penurunan kadar BOD, COD, Timbal (pb) dan Krom (Cr) pada limbah cair industri batik alam. Penulis memilih limbah batik pewarna alami karena limbah batik alam masih belum terlalu luas dibahas dan diteliti kadar kandungannya.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian dilaksanakan di *Green House* Fakultas Pertanian Universitas Wijaya Kusuma Surabaya. Pengambilan sampel air limbah pada Griya Alam Industri Batik Pasuruan. Griya Alam Industri Batik merupakan usaha *home industry* yang terletak di Dusun Pajaran, Desa Gunting, Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Pasuruan yang memiliki titik koordinat 7°43'25.5"S 112°41'52.5"E. Percobaan penelitian

menggunakan bak plastik dengan diameter 40 cm, volume total 16 liter d²⁶ tinggi 20 cm. Tempat analisis sampel air limbah di Laboratorium Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit⁵⁰ Surabaya dan tempat penelitian tanaman di Laboratorium Nutrisi dan Pakan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

22 Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada faktorial 2x3 dengan tiga kali pengulangan. Faktor pertama jenis tanaman yaitu tanaman eceng gondok dan kayu apu, Faktor kedua konsentrasi limbah batik yaitu konsentrasi limbah 0%, konsentrasi 20%, konsentrasi²⁰ 40%. Metode eksperimen lapangan dilakukan dengan memberikan perlakuan tertentu terhadap kelompok subjek dengan harapan munculnya fenomena atau gejala yang hendak dipe⁴⁹ri.

Metode pengambilan sampel dilakukan dengan mengacu pada SNI 6989.59:2008 tentang air³² n air limbah. Metode pengujian setiap parameter dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Metode Pengujian Parameter

No	Parameter	Metode
1	Derajat Keasaman (pH)	Elektrometri
2	Suhu	Termometri
3	BOD	Titrimetri
4	COD	Spektrofotometri
5	Krom (Cr)	Spektrofotometri
6	Timbal (Pb)	Spektrofotometri

Sumber: Uji Laboratorium BBTCLPP Surabaya, 2016

Tahapan Penelitian

1. Tahap Uji Pendahuluan

a. Aklimatisasi Tanaman

Aklimatisasi tanaman dilakukan dengan cara mengambil Tanaman eceng gondok dan kayu apu yang kondisinya baik, kemudian dibersihkan dari kotoran atau lumpur yang menempel pada akar. Tanaman diaklimatisasikan dengan media tanam air murni selama 7 hari tanpa perlakuan tambahan. Aklimatisasi dilakukan agar menetralkan tanaman

terhadap media tanam semula (Nurfita, et al., 2017).

b. Range Finding Test

Range Finding Test (RFT) adalah tes penentuan rentang konsentrasi optimal yang tidak memberikan efek kematian pada tanaman. Air limbah industri batik diencerkan dengan konsentrasi 80%, konsentrasi 60% konsentrasi 40%, konsentrasi 20%, konsentrasi 0% (sebagai kontrol), pengenceran dilakukan dengan menambahkan air isi ulang. Setiap hari diamati jumlah tanaman y¹⁶ mati sampai 10 hari perlakuan, hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari pada konsentrasi berapa tanaman mampu hidup secara optimal. Sehingga konsentrasi yang digunakan pada penelitian adalah konsentrasi 0% (sebagai kontrol), konsentrasi 20% dan konsentrasi 40%. Konsentrasi optimal ditunjukkan dengan tidak terjadinya perubahan fisik tanaman (warna daun).

2. Tahap Penel³⁶n

a. Pengambilan Limbah Cair Batik

Limbah cair yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari *home industry* batik Pasuruan. Limbah cair diambil pada proses buangan pencucian batik dengan menggunakan jirigen, Kemudian dilakukan pengenceran di dalam bak pada masing - masing perlakuan sesuai dengan konsentrasi yang ditentukan.

b. Tanaman Eceng Gondok dan Kayu Apu

Berat tanaman yang digunakan pada masing - masing perlakuan 400 gram. Panjang akar tanaman kayu apu ± 25 - 35 cm sedangkan panjang akar tanaman eceng gondok ± 12 - 18 cm. Tanaman eceng gondok diambil dari waduk Gunung Sari Surabaya dan tanaman kayu apu dibeli di toko bunga.

c. Green House

Perlakuan ditempatkan di *green house* karena tanaman eceng gondok dan kayu apu merupakan tanaman yang membutuhkan sinar matahari yang cukup untuk pertumbuhannya. Selain itu perlakuan fitoremediasi juga harus

terhindar dari air hujan yang dapat mempengaruhi volume konsentrasi air limbah akibat proses pengenceran. Bahan untuk membuat *Green house* dengan menggunakan pipa paralon berjenis pvc dan plastik bening agar cahaya matahari dapat tembus terkena tanaman. Dimensi *Green house* memiliki lebar 1,7 m dengan panjang 3 m dan ting 45,5 m untuk dapat menampung 18 bak dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Fitoremediasi pada *Green House* (Sumber: Penelitian, 2016)

d. Persiapan Penelitian

Bak yang digunakan berdiameter 40 cm memiliki volume total 16 liter dan tinggi bak 20 cm dengan 3 kali pengulangan sehingga dibutuhkan total bak sebanyak 18 buah, volume perlakuan 12 Liter pada masing-masing bak. Diukur parameter pada hari ke-0 dan hari ke-14.

e. Pengambilan Sampel dan Analisa Akhir Parameter Limbah

Sampel limbah cair diambil dengan menggunakan gelas ukur dan dimasukkan kedalam jirigen berukuran 2.5 L pada masing - masing perlakuan. Analisa akhir parameter limbah dilakukan untuk mengetahui penurunan BOD dan COD limbah batik alam setelah melewati proses fitoremediasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah cair batik dengan pewarna alami belum banyak diteliti untuk kandungan bahan organik maupun logamnya, sehingga industri batik dengan skala *home industry* membutuhkan pengolahan yang efektif dan murah untuk dapat diaplikasikan. Karakteristik fisik limbah cair Batik Alam meliputi warna, bau dan suhu. Limbah cair batik alam berwarna abu-abu keruh, karena limbah diambil dari bak penampung proses akhir yaitu proses ngelodot atau menghilangkan malam pada kain batik, sehingga terdapat sisa malam yang luntur dan sisa pewarna yang belum dapat terikat pada kain. Limbah cair berbau malam yang menyengat. Limbah cair batik alam memiliki suhu awal antara 29-30°C. Karakteristik fisik limbah cair batik sebelum perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Fisik Limbah Cair Batik Alam Sebelum Perlakuan

No	Materi	Karakteristik Awal
1	Warna	Abu-Abu Keruh
2	Bau	Berbau Menyengat
3	Suhu	29°C

Sumber: Hasil Penelitian, 2016

Hasil dari proses penyaringan dan pengendapan masih memiliki kandungan BOD dan COD yang cukup tinggi. Karakterik kimia limbah cair Batik Alam sebelum perlakuan dan standart baku mutu air limbah berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Awal Limbah Batik Alam

Materi	Karakteristik Awal	Baku Mutu Air Limbah (*)
BOD	405.75 mg.L ⁻¹	60.00 mg.L ⁻¹
COD	859.63 mg.L ⁻¹	60.00 mg.L ⁻¹
pH	4.30	6.00 - 9.00
Pb	0.00 mg.L ⁻¹	1.00 mg.L ⁻¹
Cr	0.00 mg.L ⁻¹	1.00 mg.L ⁻¹

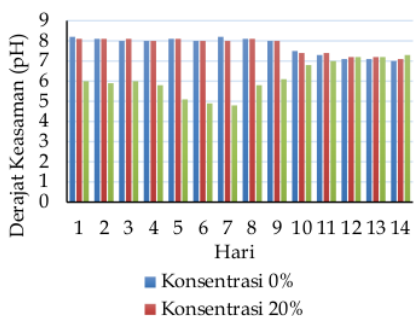
Sumber: (*) Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

Limbah yang memiliki bahan organik diatas baku mutu perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu, sebelum dibuang ke badan perairan. Pengolahan yang digunakan

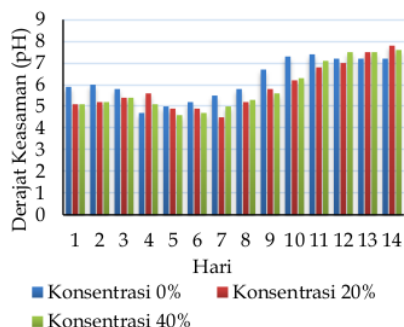
dalam penelitian ini adalah metode fitoremediasi dengan menggunakan 2 (dua) jenis tanaman yaitu Eceng Gondok dan Kayu Apu.

Pengaruh Eceng Gondok dan Kayu Apu Terhadap Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengukuran pH (derajat keasaman) air limbah Batik Alam dengan tanaman Eceng Gondok dapat dilihat pada Gambar 2 dan tanaman Kayu Apu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Pengukuran pH pada konsentrasi air limbah dengan tanaman eceng gondok (Sumber: Penelitian, 2016)



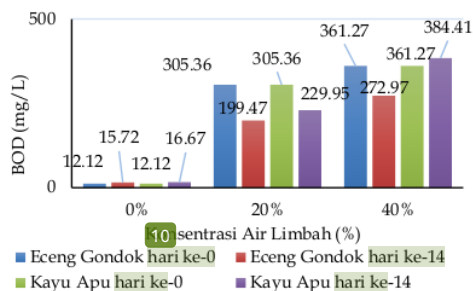
Gambar 3. Pengukuran pH pada konsentrasi air limbah dengan tanaman kayu apu (Sumber: Penelitian, 2016)

Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan pH pada awal perlakuan terjadi penurunan pH pada hari ke-3 (tiga) sampai hari ke 8 (delapan) yang disebabkan oleh aktivitas mikroba. Pada hari ke-9 nilai pH rata-rata menjadi meningkat dan mendekati angka netral yaitu nilai 7 sampai pada hari ke-14.

Menurut Ginting (1995) bahan organik yang telah diserap atau diikat oleh tanaman akan didegradasi oleh bakteri *Bacillus Subtilis* menjadi senyawa yang sederhana yaitu asam amino dan asam lemak (asam organik) hingga diperoleh amoniak, nitrat, nitrit dan nitrogen dengan terbentuknya asam organik hasil pemecahan protein dan lemak, maka derajat keasaman akan terus mendekati angka netral. Bahan organik dalam limbah cair dapat diikat oleh akar tanaman sehingga kadar bahan organik pada limbah dapat berkurang. Nilai pH yang baik adalah nilai pH yang masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air dapat berjalan dengan baik (Ginting, 1995). Nilai pH terbaik diperoleh dari perlakuan dengan waktu detensi 14 hari yaitu sebesar 7.

Penyisihan Eceng Gondok dan Kayu Apu Terhadap Parameter BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Pengujian nilai BOD dalam limbah cair domestik dilakukan sebelum diberi perlakuan atau sebelum pengolahan dan setelah mengalami pengolahan, hal ini bertujuan untuk mengetahui perubahan nilai BOD sebelum dan sesudah pengolahan. Hasil uji kandungan BOD konsentrasi air dengan tanaman eceng gondok dan kayu apu dapat dilihat pada Gambar 4.

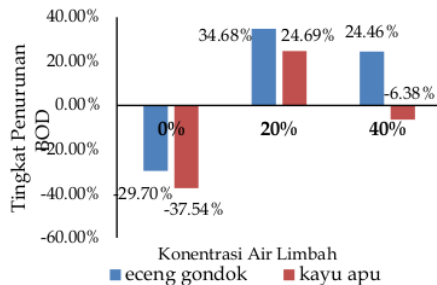


Gambar 4. Pengaruh limbah batik dengan tanaman eceng gondok dan kayu apu terhadap konsentrasi BOD (Sumber: Penelitian, 2016)

Konsentrasi limbah 20% mengalami penurunan dari 305.36 mg.L⁻¹ menjadi 199.47 mg.L⁻¹, sedangkan untuk konsentrasi 40% mengalami penurunan dari 361.35

menjadi 272.97 mg.L⁻¹ yang artinya pada konsentrasi 20% dan 40% keseluruhan mengalami penurunan BOD. Terjadinya penurunan yang sangat nyata ini dikarenakan tanaman eceng gondok dan kayu apu memiliki kemampuan ganda yakni menyerap berbagai bahan organik dalam bentuk ion hasil pemecahan mikroorganisme dan juga membebaskan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk proses oksidasi mikroorganisme pengurai

Hasil penurunan (removal) pada konsentrasi BOD dengan menggunakan tanaman eceng gondok dan kayu apu dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Penurunan konsentrasi BOD pada konsentrasi air limbah dengan eceng gondok dan kayu apu (Sumber: Penelitian, 2016)

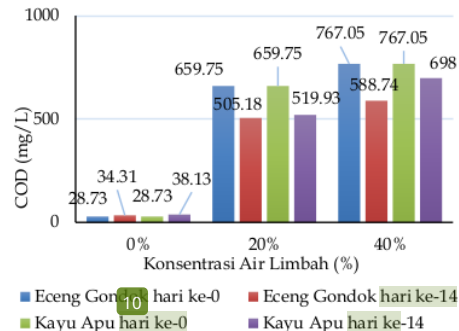
Dilihat dari Gambar 5, grafik pada tanaman eceng gondok. Konsentrasi 20% memiliki rata-rata removal sebesar 34.68% pada konsentrasi mengalami penurunan pada setiap pengulangan namun nilai BOD masih belum sesuai dengan Baku Mutu Air Limbah. Konsentrasi pengenceran limbah 40% memiliki nilai rata-rata removal 24.46% namun penurunan BOD pada konsentrasi 40% juga belum dibawah Baku Mutu Air Limbah. Pada tanaman Kayu Apu Konsentrasi 20% memiliki rata-rata removal sebesar 24.69%. Tingkat penurunan kayu apu lebih rendah dibandingkan dengan tingkat penurunan eceng gondok hal ini dikarenakan luas permukaan daun dan panjang akar mempengaruhi transpirasi yang kemudian berhubungan dengan besarnya penyerapan yang mempengaruhi nilai BODnya.

Penurunan tingkat konsentrasi air setelah mencapai waktu detensi optimum,

efisiensi removal akan mengalami penurunan hal ini terjadi karena mikroba yang terdapat pada akar tanaman memecah konsentrasi-konsentrasi zat organik pada air limbah. Menurut Rachmaulin (2013), terlalu lama terkontak dengan kontaminan sehingga menyebabkan beberapa tumbuhan mati dan kandungan karbon pun meningkat sehingga menyebabkan BOD yang terkandung dalam air meningkat lagi.

Penyisihan Eceng Gondok dan Kayu Apu Terhadap Parameter COD (Chemical Oxygen Demand)

Menurut Fauz (1992) untuk mengetahui jumlah zat organik yang terdapat dalam limbah cair dapat dilakukan dua uji yaitu COD (Chemical Oxygen Demand) dan BOD (Biological Oxygen Demand), dimana untuk pengujian COD lebih cepat dibandingkan BOD. Perubahan konsentrasi COD selama 14 hari dapat dilihat pada Gambar 6. terjadi penurunan konsentrasi COD karena adanya proses fitoremediasi oleh tanaman eceng gondok dan kayu apu.

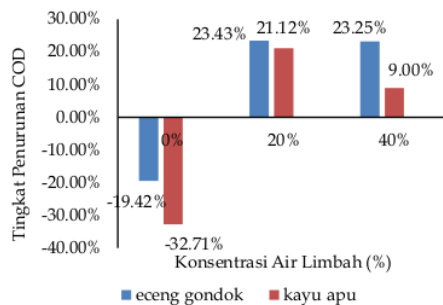


Gambar 6. Pengaruh limbah batik dengan tanaman eceng gondok dan kayu apu terhadap konsentrasi COD (Sumber: Penelitian, 2016)

Tanaman Eceng Gondok dan Kayu Apu pada konsentrasi limbah 20% mengalami penurunan dari 659.75 mg.L⁻¹ menjadi 505.18 mg.L⁻¹. Konsentrasi 20% merupakan konsentrasi yang paling efektif dalam proses fitoremediasi karena pada konsentrasi 20% tanaman eceng gondok masih dapat hidup dan tumbuh walaupun ada beberapa daun yang menguning namun tanaman juga dapat mereduksi kandungan

COD dalam waktu 14 hari. Penurunan konsentrasi zat organik oleh perlakuan dengan kedua tanaman menunjukkan bahwa konsentrasi COD yang tinggi dapat diolah dengan tanaman eceng gondok dan kayu apu, hal ini membuktikan bahwa tanaman eceng gondok dan kayu apu merupakan tanaman yang bermanfaat untuk mereduksi limbah (Tripathi, 1991).

Hasil penurunan (*removal*) pada konsentrasi COD dengan menggunakan tanaman eceng gondok dan kayu apu dapat dilihat pada Gambar 7.



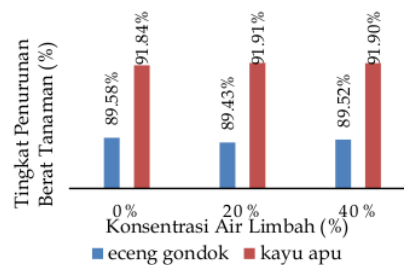
Gambar 7. Penurunan konsentrasi COD pada konsentrasi air limbah dengan eceng gondok dan kayu apu (Sumber: Penelitian, 2016)

Grafik pada Gambar 6 menunjukkan penurunan konsentrasi zat organik pada perlakuan dengan menggunakan eceng gondok dan kayu apu. Penurunan kandungan COD pada tanaman eceng gondok lebih tinggi dibandingkan penurunan COD dengan tanaman kayu apu, hal ini menunjukkan bahwa sudah terjadi perbaikan kualitas dari limbah cair Batik Alam dengan menggunakan fitoremediator tanaman eceng gondok lebih baik dibandingkan dengan tanaman kayu apu.

Berdasarkan literatur, peningkatan dan penurunan parameter COD pada umumnya memiliki pola yang sama dengan peningkatan dan penurunan BOD. Namun pada penelitian ini tidak demikian, hal ini disebabkan keberadaan zat yang tidak dapat didegradasi secara biologi lebih banyak dibandingkan zat yang dapat didegradasi secara biologi, sehingga pengolahan parameter COD tidak menunjukkan pola yang sama dengan pengolahan parameter BOD (Sitompul, 2013).

Berat Basah dan Berat Kering Tanaman

Menurutmu Sitompul dan Sitompul (1995), biomassa tanaman merupakan ukuran yang paling sering digunakan untuk menggambarkan dan mempelajari pertumbuhan tanaman. Hal ini dibuktikan berdasarkan kenyataan bahwa biomassa (berat) tanaman relatif mudah diukur dari hampir semua peristiwa yang dialami tanaman. Berat basah adalah berat suatu tanaman pada saat tanaman masih hidup, didapatkan dengan cara menimbang langsung pada saat proses fitoremediasi selesai, sebelum tanaman menjadi layu akibat kehilangan air. Menurut Lakitan (1996), berat basah merupakan gambaran untuk mengetahui biomassa dari tanaman atau tingkat pertumbuhan tanaman. Tujuan pengukuran berat basah tanaman adalah untuk memperoleh gambaran keseluruhan biomassa pertumbuhan tanaman. Tanaman Kayu Apu mengalami penurunan berat basah hingga hari ke-14. Penurunan ini diduga karena kemampuan menyerap bahan organik yang sangat besar di awal sehingga menyebabkan daun kayu apu menjadi layu (Chun, 2007). Tingkat penurunan kadar air berat tanaman eceng gondok dan kayu apu dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tingkat penurunan kadar air berat basah dan berat kering pada tanaman eceng gondok dan kayu apu

Pada konsentrasi 20% memiliki rata-rata berat basah tanaman eceng gondok mengalami penurunan dari 400 gram menjadi 360.3 gram sehingga berat kering menjadi 38.1 gram untuk tanaman kayu apu memiliki rata-rata penurunan dari 400 gram menjadi 268.3 gram sehingga berat kering menjadi 21.7 gram. Pada Gambar 8. dapat

disimpulkan bahwa *removal* tanaman eceng gondok lebih kecil dibandingkan *removal* tanaman kayu apu, yang berarti bahwa tanaman eceng gondok memiliki tingkat efektivitas lebih tinggi dan tingkat pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan kayu apu.

Morfologi ⁵⁴tanaman

Panjang akar tanaman eceng gondok yang digunakan dalam penelitian \pm 12–18 cm sedangkan panjang akar tanaman kayu apu \pm 25–35 cm. Panjang akar tanaman baik pada tanaman eceng gondok maupun tanaman kayu apu mengalami penurunan tertinggi pada konsentrasi 40% bahkan tanaman sebagian telah mati. Gambar 9 dan Gambar 10 menunjukkan kondisi tanaman pada saat hari ke 0 dan hari ke 14 setelah proses fitoremediasi, terdapat perbedaan morfologi tanaman yang signifikan.



Gambar 9. Kondisi tanaman dengan konsentrasi 40% pada hari ke-0 (Sumber: Penelitian, 2016)

Hari ke 0 menunjukkan kondisi tanaman yang masih memiliki warna hijau. Tanaman eceng gondok maupun kayu apu pada konsentrasi 40% memiliki perubahan fisik, daun tanaman berubah warna menjadi kuning, kering dan layu bahkan tanaman sebagian telah mati dan membusuk pada hari ke-14, hal ini dikarenakan karena pekatnya limbah cair yang terkandung didalam perlakuan tersebut sehingga dapat merusak pertumbuhan tanaman.

Tingginya konsentrasi air limbah akan menghambat masuknya nutrisi kedalam tanaman, sehingga proses metabolisme juga terhambat dan berakibat rendahnya berat kering pada tanaman eceng gondok dan tanaman kayu apu.



Gambar 10. Kondisi tanaman dengan konsentrasi 40% pada hari ke-14 (Sumber: Penelitian, 2016)

Setelah dilakukan proses fitoremediasi terjadi pengurangan volume limbah pada tiap wadah, hal ini dikarenakan adanya proses penguapan yang dilakukan oleh masing-masing tanaman sehingga volume limbah pada masing-masing wadah menjadi berkurang. Setelah dilakukan proses fitoremediasi kemampuan tanaman dalam menyerap bahan organik dan logam cukup besar sehingga menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat dan perlahan tanaman menunjukkan gejala fitotoksitas yang menjadikan daun pada tanaman menguning dan akhirnya kering serta membusuk. Gejala toksitas diperlihatkan oleh ukuran daun yang menjadi lebih kecil dan warna daun menjadi kuning. Pengamatan morfologi akar diketahui bahwa akar kedua tanaman berwarna kemerahan dan beberapa tumbuh tunas baru. Hal ini disebabkan berkurangnya zat hara dalam air limbah dan terserapnya zat toksik oleh tanaman. Menurut Haslam (1997), perubahan warna daun menjadi kekuningan pada beberapa perlakuan dapat disebabkan oleh pencemaran bahan organik. Pada akhir perlakuan yaitu hari ke-14 seluruh daun eceng gondok dan kayu apu berwarna kuning bahkan ada beberapa yang membusuk dan mati. Akar tanaman eceng gondok dan kayu apu berwarna merah kehitaman dan beberapa serabut akar rontok. Secara keseluruhan massa tanaman eceng gondok dan tanaman kayu akan berkurang. Pada hari terakhir perlakuan banyak tanaman yang mati dari

pada yang hidup, penyebabnya adalah keberadaan zat hara dalam air limbah yang semakin berkurang.

Efektivitas Tanaman

Fitoremediator yang digunakan dalam penelitian menggunakan tanaman eceng gondok dan kayu apu, penggunaan tanaman eceng gondok sebagai fitoremediator untuk menurunkan bahan organik dan anorganik pada parameter suhu, pH, BOD dan COD pada limbah cair Batik Alam lebih efektif dibandingkan dengan tanaman kayu apu. Kemampuan akar tanaman eceng gondok dan kayu apu dapat melakukan pemisahan terhadap zat yang dapat mengendap dan zat yang tersuspensi memudahkan bagi mikroba perombak untuk mendegradasi bahan organik pada limbah cair Batik Alam, dimana hasil perombakannya dapat digunakan sebagai nutrisi bagi pertumbuhan tanaman. Namun apabila terlalu banyak bahan organik yang diserap oleh akar tanaman akan menyebabkan tanaman cepat kering dan mati.

Waktu detensi optimum yang diperlukan oleh tanaman eceng gondok pada proses fitoremediasi pada limbah cair Batik Alam yaitu 10 hari lebih cepat, sedangkan untuk tanaman kayu apu yaitu 14 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang mendukung dan berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Chun, A. (2007). *Pemanfaatan Kiapu (Pistia Stratiotes) Dalam Remediasi Kualitas Effluent IPAL PT. Djarum-Kudus Skala Laboratorium*. [Undergraduate Thesis, Universitas Diponegoro]. Universitas Diponegoro Semarang.
- Santriyana, D. D. (2013). *Eksplorasi Tanaman Fitoremediator Aluminium (Al) Yang Ditumbuhkan Pada Limbah Ipa Pdam Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak*. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1), 1-62. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v1i1.3655>

- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Kanisius.
- Ginting, P. (1995). *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*. Pusat Sinar Harapan.
- Hapri, S., Zaman, B., & Andarani, P. (2016). Kemampuan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes* L.) Dalam Menyisihkan Kromium Total (Cr-t) dan COD Limbah Elektroplating. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(4), 1-9.
- Haslam, S. M. (1997). *River Pollution an Ecological Perspective*. Belhaven Press.
- Lakitan, B. (1996). *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. PT. Raja Graindo Persada
- Nugroho, P, A. (2021). *Efektivitas Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Sebagai Fitoremediator Logam Krom Heksavalen (Cr6+) Pada Limbah Cair Industri Batik di Yogyakarta* [Undergraduate thesis, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah]. Institutional Repository UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Nurfita, A. E., Kurniati, E., & Haji, A. T. S. (2017). Efisiensi Removal Fosfat (PO43-) Pada Pengolahan Limbah Cair Laundry dengan Fitoremediasi Kiambang (*Salvinia natans*). *Jurnal Sumberdaya Alam Lingkungan*, 4(3), 18-26, 2017. <https://doi.org/10.21776/ub.jсал.2017.04.03.3>
- Rachmaulin, S.H. & Mangkoedihardjo, S. (2013). Pengaruh Waktu Pemaparan dan Jumlah Tumbuhan Terhadap Efisiensi Pengolahan Lindi Tpa Sidoarjo Menggunakan Scirpus grossus. *Jurnal Teknik MITS*, 2(1), 1-4.
- Rony, I. (2010). Fitoremediasi lingkungan dalam taman Bali. *Local Wisdom-Jurnal Ilmiah online*, 20(4), 29-35.
- Setiyono, A., & Gustaman, R. A. (2017). Pengendalian Kromium (Cr) Yang Terdapat di Limbah Batik Dengan Metode Fitoremediasi. Universitas Negeri Semarang. *Unnes Journal of Public Health*, 6(3), 155-160. <https://doi.org/10.15294/ujph.v6i3.15754>
- Sitompul, D. F., Sutisna, M., Pharmawati, K. (2013). Pengolahan Limbah Cair Hotel Aston Braga City Walk dengan Proses Fitoremediasi Menggunakan Tumbuhan

- 28 Eceng Gondok. *Jurnal Reka Lingkungan*, 1(3), 105-114.
- Sitompul, S. M. P., Guritno, B. (1995). *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada University Press
- 14 Suprihatin, H. (2014). Kandungan Organik Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoarjo Dan Alternatif Pengolahannya. *Jurnal Kajian Lingkungan*, 2(2), 130-138.
- 6 Tripathi, B. D., & Shukla, S. C. (1991). Biological treatment of wastewater by selected aquatic plants. *Environmental Pollution*, 69(1), 69-78. [https://doi.org/10.1016/0269-7491\(91\)90164-r](https://doi.org/10.1016/0269-7491(91)90164-r).

Perbandingan Efektivitas Fitoremediasi Dalam Mereduksi BOD dan COD- JSAL - April 24

ORIGINALITY REPORT

22%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

13%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 Alfian Noor, Abdunnur Abdunnur, Rochadi Kristiningrum, Marlon Ivanhoe Aipassa, Yosep Ruslim. "Evaluasi Status Mutu Air Sungai Samboja di Kecamatan Samboja Barat Kabupaten Kutai Kartanegara", *Jurnal Pertanian Terpadu*, 2023 2%

Publication

2 Rendy Stewart Wajong, Bobby Polii, Wieske Christi Rotinsulu. "Pengaruh Penyerapan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Dan Apu Apu (*Pistia stratiotes*) Terhadap Konsentrasi Cu Dan Zn Pada Air Limbah Pertambangan PT J Resources Bolaang Mongondow", *AGRI-SOSIOEKONOMI*, 2022 1%

Publication

3 science.e-journal.my.id 1%

Internet Source

4 bioremediasi-4.blogspot.com 1%

Internet Source

repository.uksw.edu

5	Internet Source	1 %
6	T. Kulangana, W. M. T. P. Ariyaratne, H. M. D. N. Priyantha, M. C. M. Iqbal. "Enhancing water quality and sustainable organic-phosphate fertilizer production through phytoremediation of cattle farm effluent using artificial wetlands", Sri Lankan Journal of Biology, 2024 Publication	1 %
7	vibdoc.com Internet Source	1 %
8	ft.unipasby.ac.id Internet Source	1 %
9	ejournal.undiksha.ac.id Internet Source	1 %
10	ejurnal.setiabudi.ac.id Internet Source	1 %
11	jurnal.unpad.ac.id Internet Source	1 %
12	kepakaran.apps.undip.ac.id Internet Source	1 %
13	amiafiyati.blogspot.com Internet Source	<1 %

14	Rini Andarwati, Zulfa Ismaniar Fauzi, Irma Noviar. "Edukasi Bahaya Limbah Tekstil pada Kesehatan di MAS Al-Washliyah 22 Tembung", Jurnal Abdi Masyarakat Kita, 2022 Publication	<1 %
15	edoc.pub Internet Source	<1 %
16	repository.upi.edu Internet Source	<1 %
17	annisaessa.blogspot.com Internet Source	<1 %
18	digilib.unmul.ac.id Internet Source	<1 %
19	dspace.uii.ac.id Internet Source	<1 %
20	etheses.iainpekalongan.ac.id Internet Source	<1 %
21	terubuk.ejournal.unri.ac.id Internet Source	<1 %
22	journal.fateta.unipa.ac.id Internet Source	<1 %
23	journal.ar-raniry.ac.id Internet Source	<1 %
24	journal.untar.ac.id Internet Source	<1 %

25 Umi Hani'ah, Hernayanti Hernayanti, Sorta Basar Ida Simanjuntak. "Efek Subletal Limbah Batik terhadap Aktivitas Enzim Serum Glutamat Pyruvat Transaminase pada Serum Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)", *BioEksakta : Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2020
Publication <1 %

26 digilib.uns.ac.id
Internet Source <1 %

27 ejurnal.its.ac.id
Internet Source <1 %

28 jurnal.unmuhjember.ac.id
Internet Source <1 %

29 EMINE UBAY COKGOR, OZLEM KARAHAN, IDIL ARSLAN-ALATON, SÜREYYA MERIC, HANDE SARUHAN, DERIN ORHON. "Effect of Perozonation on Biodegradability and Toxicity of a Penicillin Formulation Effluent", *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 2006
Publication <1 %

30 Na Yang, Chaochao Yang, Ting Tan, Qi Wang, Xin Lei. "Histology study and transcriptome analysis of the testis of Loach(*Misgurnus anguillicaudatus*) in response to phenanthrene exposure", *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2022 <1 %

31 amrsjournals.com <1 %
Internet Source

32 jrisetgeotam.com <1 %
Internet Source

33 jurnal.polbangtanmalang.ac.id <1 %
Internet Source

34 jurnalagriepat.wordpress.com <1 %
Internet Source

35 fdocuments.net <1 %
Internet Source

36 repository.upnyk.ac.id <1 %
Internet Source

37 www.e-journal.my.id <1 %
Internet Source

38 Katharina Iuminata Uma, Edy Kustiani,
Junaidi Junaidi. "Pengaruh Dosis Pupuk
Kandang Sapi Dan Ukuran Benih Terhadap
Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bawang
Merah (*Allium Ascalonicum* L.)", JINTAN :
Jurnal Ilmiah Pertanian Nasional, 2022
Publication

39 anzdoc.com <1 %
Internet Source

40 ejournal.poltekkes-smg.ac.id

<1 %

41

enviro.its.ac.id

Internet Source

<1 %

42

eprints.unsri.ac.id

Internet Source

<1 %

43

garuda.ristekbrin.go.id

Internet Source

<1 %

44

jtam.ulm.ac.id

Internet Source

<1 %

45

jurnal.kominfo.go.id

Internet Source

<1 %

46

Nova Susanti, Nyimas Muazzomi, Indryani Indryani, Aulia Sanova. "WORKSHOP ECO-BATIK BERBASIS KONSERVASI LOCAL WISDOM BAGI GURU-GURU PAUD/TK DI KOTA JAMBI SEBAGAI UPAYA REVITALISASI BUDAYA BATIK JAMBI", Jurnal Pengabdian Masyarakat Pinang Masak, 2020

Publication

<1 %

47

Yusmar M, Frila A, Siti Z. "Uji Efektivitas Asap Cair Cangkang Buah Karet dalam Menghambat Pertumbuhan Colletotrichum gloeosporioides (Penz.) Sacc. Secara In Vitro", Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian, 2023

<1 %

48

eldadamayan.blogspot.com

Internet Source

<1 %

49

repository.urecol.org

Internet Source

<1 %

50

simdos.unud.ac.id

Internet Source

<1 %

51

waste4change.com

Internet Source

<1 %

52

www.aptekim.id

Internet Source

<1 %

53

zh.scribd.com

Internet Source

<1 %

54

Ade Nurmalasari, Oedjijono Oedjijono, Sri Lestari. BioEksakta : Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed, 2020

Publication

<1 %

55

Wahida Yuliana, Mohammad Hakimi, Yuli Isnaeni. "Efektifitas pijat punggung menggunakan minyak esensial lavender terhadap produksi asi ibu pasca salin", Jurnal Kebidanan dan Keperawatan Aisyiyah, 2018

Publication

<1 %

56

chempro.upnjatim.ac.id

Internet Source

<1 %

57	ejurnal.undana.ac.id Internet Source	<1 %
58	jurnal.polinela.ac.id Internet Source	<1 %
59	qdoc.tips Internet Source	<1 %
60	www.repository.trisakti.ac.id Internet Source	<1 %
61	MEGA FILLIAZATI. "PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DOMESTIK DENGAN BIOFILTER AEROB MENGGUNAKAN MEDIA BIOBALL DAN TANAMAN KIAMBANG", Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, 2013 Publication	<1 %
62	Victor I. T. Malioy, Aryanto Boreel, Ronny Loppies. "ANALISIS KEBUTUHAN RUANG TERBUKA HIJAU DALAM MENYERAP EMISI KARBON DIOKSIDA DI KOTA AMBON", JURNAL HUTAN PULAU-PULAU KECIL, 2022 Publication	<1 %
63	eprints.uny.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

