

Bimbingan Teknis Evaluasi Kinerja Sistem Lahan Basah Buatan dalam Mengolah Limbah Cair Sasirangan

Nopi Stiyati Prihatini ^{*1}, Chairul Abdi ², Riza Miftahul Khair ³, Indah Nirtha ⁴, Badaruddin Mu'min ⁵,
Lubna Al Habsyi ⁶, Dilayuka Salsabila ⁷

^{1,2,3,4,5,6,7} Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

*Penulis korespondensi: ns.prihatini@ulm.ac.id

Received: 12 Mei 2025/ Accepted: 29 Mei 2025

Abstract

The sasirangan fabric industry is part of South Kalimantan's cultural wealth, but the production process produces liquid waste that contains synthetic dyes and harmful chemical compounds. Improper management of this waste may result in significant environmental contamination. This activity aims to evaluate the effectiveness of the subsurface horizontal type Constructed Wetland (LBB) system applied by Atun Cempaka Sasirangan (ACS) in processing liquid waste from the production process. Evaluation was carried out through an experimental approach with analysis of water quality parameters before and after treatment. The results showed that there was an efficiency of BOD elimination of 70% and COD of 67%, which shows the significant ability of the LBB system in reducing pollutant loads. Comparisons with similar studies reinforce that this technology is efficient and environmentally friendly. In addition, technical guidance was provided to ACS to increase understanding in sustainable waste management. With the results obtained, the LBB system has proven to be an alternative solution in small-scale textile waste treatment. Advanced monitoring and optimization are still necessary to maintain long-term system performance.

Keywords: Sasirangan wastewater; treatment evaluation; constructed wetland; technical guidance

Abstrak

Industri kain sasirangan merupakan bagian dari kekayaan budaya Kalimantan Selatan, namun proses produksinya menghasilkan limbah cair yang mengandung zat warna sintesis dan senyawa kimia berbahaya. Limbah ini memiliki potensi mencemari lingkungan apabila tidak diolah secara tepat. Kegiatan ini bertujuan mengevaluasi efektivitas sistem Lahan Basah Buatan (LBB) tipe horizontal bawah permukaan yang diterapkan oleh UMKM Atun Cempaka Sasirangan (ACS) dalam mengolah limbah cair hasil proses produksi. Evaluasi dilakukan melalui pendekatan eksperimental dengan analisis parameter kualitas air sebelum dan sesudah pengolahan. Hasil menunjukkan adanya efisiensi penyisihan BOD sebesar 70% dan COD sebesar 67%, yang menunjukkan kemampuan signifikan sistem LBB dalam menurunkan beban pencemar. Perbandingan dengan studi sejenis memperkuat bahwa teknologi ini efisien dan ramah lingkungan. Selain itu, dilakukan bimbingan teknis kepada ACS guna meningkatkan pemahaman dalam pengelolaan limbah berkelanjutan. Dengan hasil yang diperoleh, sistem LBB terbukti dapat menjadi solusi alternatif dalam pengolahan limbah tekstil skala kecil. Monitoring dan optimasi lanjutan tetap diperlukan untuk menjaga performa sistem jangka panjang.

Kata kunci: limbah cair sasirangan; evaluasi pengolahan; lahan basah buatan; bimbingan teknis

1. PENDAHULUAN

Kain sasirangan merupakan salah satu warisan budaya tak benda khas Kalimantan Selatan yang memiliki nilai estetika, filosofi, dan sejarah yang mendalam. Motif-motif pada kain sasirangan tidak sekadar pola visual, tetapi sarat makna simbolik yang berkaitan erat dengan nilai-nilai kehidupan masyarakat Banjar. Dalam beberapa dekade terakhir, produksi dan penggunaan kain ini mengalami perkembangan pesat, didorong oleh meningkatnya kesadaran terhadap kearifan lokal dan permintaan pasar, baik dari wisatawan domestik maupun mancanegara. Perkembangan ini secara langsung berdampak

pada pertumbuhan ekonomi, terutama melalui sektor industri kreatif berbasis budaya yang banyak digerakkan oleh pelaku usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM).

Di tengah pertumbuhan ekonomi tersebut, terdapat persoalan lingkungan yang tidak bisa diabaikan. Proses produksi kain sasirangan, khususnya pada tahap pewarnaan dan pencucian, menghasilkan limbah cair dengan karakteristik pencemar yang tinggi. Pewarna yang digunakan sebagian besar adalah zat warna sintesis seperti naphtol, indigosol, dan garam logam berat yang bersifat toksik, persisten, dan tidak mudah terdegradasi secara alami. Akibatnya, air limbah yang dihasilkan memiliki karakteristik berwarna pekat, pH ekstrem, serta kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solids*) yang jauh melebihi ambang batas yang diizinkan dalam baku mutu lingkungan.

Apabila limbah ini dibuang secara langsung ke lingkungan tanpa proses pengolahan yang memadai, maka dapat mengakibatkan pencemaran serius terhadap sumber air permukaan, tanah, dan bahkan dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan. Efek jangka panjang dari akumulasi limbah ini termasuk eutrofikasi perairan, kematian biota akuatik, serta gangguan kesehatan masyarakat sekitar akibat kontaminasi air. Oleh karena itu, limbah sasirangan harus dipandang bukan hanya sebagai residu produksi, tetapi sebagai tantangan ekologis yang memerlukan penanganan berbasis prinsip keberlanjutan.

Sebagaimana dilaporkan oleh Patel et al. (2021), industri tekstil secara global merupakan salah satu kontributor utama terhadap pencemaran air, terutama karena tingginya kandungan bahan organik dan senyawa pewarna dalam limbah cairnya. Studi oleh Khair et al. (2021) menunjukkan bahwa limbah sasirangan memiliki konsentrasi warna yang sangat tinggi dan sulit terdegradasi secara alami, sehingga diperlukan metode pengolahan yang efektif. Dalam penelitian tersebut, penggunaan adsorben lumpur padat teraktivasi dari industri karet mampu menurunkan warna hingga 85% dan COD hingga 68%, namun memerlukan bahan tambahan dan pengelolaan limbah sekunder.

Penelitian oleh Hakim et al. (2016) menggunakan kombinasi koagulan dari abu sekam padi dan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) untuk menurunkan kadar zat warna dari limbah sasirangan, dengan efisiensi penyisihan COD sebesar 60%. Meskipun cukup efektif, metode ini cenderung menghasilkan lumpur residu dan memerlukan pengendalian dosis kimia yang tepat, sehingga kurang cocok untuk skala UMKM. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Dalam konteks keberlanjutan dan efisiensi biaya, sistem Lahan Basah Buatan (LBB) muncul sebagai teknologi alternatif untuk pengolahan limbah cair industri skala kecil. Teknologi ini meniru proses alami di ekosistem rawa atau lahan basah, senyawa pencemar diproses melalui kombinasi mekanisme filtrasi fisik, adsorpsi kimia, dan aktivitas biologis oleh mikroorganisme serta tanaman air. Studi oleh Zhou et al. (2022) menunjukkan bahwa sistem LBB tipe horizontal bawah permukaan (*horizontal subsurface flow*) dapat mengolah limbah cair tekstil yang mengandung zat warna dengan efisiensi penyisihan COD sebesar 71% dan warna hingga 78%. Sementara itu, Vymazal (2018) mencatat bahwa efisiensi penyisihan BOD dan nutrisi pada sistem LBB dapat mencapai lebih dari 80%, tergantung pada desain, jenis tanaman, dan waktu tinggal (*retention time*).

Sebagai bentuk inisiatif lingkungan, UMKM Atun Cempaka Sasirangan (ACS) yang berlokasi di Kota Banjarbaru telah menerapkan sistem LBB tipe horizontal bawah permukaan dalam upaya mengolah limbah cair yang dihasilkan dari proses produksinya. Sistem ini menggunakan media tanam seperti pasir dan kerikil serta tanaman air lokal sebagai komponen penyaring biologis. Diharapkan, dengan penerapan teknologi ini, konsentrasi pencemar dalam limbah dapat dikurangi hingga memenuhi baku mutu lingkungan sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan

Kehutanan (Permen LHK) No. 16 Tahun 2019. Pada tahun 2022 dan tahun 2023 telah dilakukan diseminasi dan pendampingan bagi UMKM dalam pengaplikasian teknologi LBB untuk mengolah air limbah sasirangan. Saat ini UMKM ACS sudah membuat sistem pengolahan air limbah dengan mengaplikasikan teknologi LBB.

Namun demikian, sampai saat ini belum tersedia data evaluasi sistematis yang dapat menunjukkan sejauh mana sistem ini efektif dalam menyisihkan zat pencemar secara kuantitatif. Evaluasi kinerja sistem sangat penting untuk mengukur efisiensi aktual serta mengidentifikasi aspek teknis yang perlu ditingkatkan agar sistem ini dapat direplikasi di UMKM lain dengan karakteristik limbah serupa.

Kegiatan ini bertujuan untuk melakukan evaluasi kinerja sistem Lahan Basah Buatan yang diterapkan oleh UMKM ACS, dengan fokus pada efisiensi penyisihan parameter-parameter pencemar utama seperti BOD, COD, warna, dan TSS. Selain itu, kegiatan ini juga dirancang untuk memberikan bimbingan teknis kepada mitra UMKM agar dapat memahami prinsip kerja sistem, melakukan pemeliharaan rutin, serta mengelola limbah cair secara berkelanjutan. Diharapkan hasil dari kegiatan ini dapat menjadi rujukan penting bagi pengembangan dan perluasan teknologi pengolahan limbah tekstil ramah lingkungan di sektor UMKM, khususnya di daerah yang memiliki potensi industri berbasis budaya seperti Kalimantan Selatan.

2. METODE

Kegiatan ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental untuk mengevaluasi kinerja sistem Lahan Basah Buatan (LBB) tipe horizontal bawah permukaan yang diterapkan oleh UMKM Atun Cempaka Sasirangan (ACS). Evaluasi dilakukan dengan membandingkan parameter kualitas air limbah sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan sistem LBB.

2.1 Lokasi dan Desain Sistem

Kegiatan dilaksanakan di rumah produksi UMKM ACS yang berlokasi di Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Sistem LBB yang digunakan berupa kolam persegi panjang dengan dimensi 2 m x 1 m x 0,6 m, terdiri atas lapisan kerikil dan pasir, serta ditanami tanaman air lokal seperti *Cyperus alternifolius* dan *Typha latifolia*. Sistem ini dirancang dengan arah aliran horizontal bawah permukaan (*horizontal subsurface flow constructed wetland*/HSF-CW), yang memungkinkan limbah mengalir secara perlahan melalui media bervegetasi. Proses penyisihan polutan berlangsung melalui mekanisme filtrasi, sedimentasi, adsorpsi, serta aktivitas mikroorganisme dan akar tanaman (Zhou et al., 2022).

2.2 Pengambilan dan Analisis Sampel

Sampel air limbah diambil dari dua titik utama: sebelum masuk ke sistem (influen) dan setelah keluar dari sistem (efluen). Parameter yang dianalisis meliputi pH, suhu, warna, BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solids*), dan amonia. Analisis dilakukan menggunakan standar metode laboratorium yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) No. 16 Tahun 2019.

2.3 Pendampingan Teknis

Selain evaluasi teknis, dilakukan juga kegiatan bimbingan teknis kepada mitra UMKM. Pelatihan mencakup prinsip kerja LBB, teknik pemeliharaan tanaman, pemantauan debit dan kualitas air, serta *troubleshooting* teknis. Tujuannya adalah membekali mitra agar mampu melakukan perawatan dan pengelolaan sistem secara mandiri dan berkelanjutan.

2.4 Analisis Efisiensi dan Perbandingan

Efisiensi penyisihan dihitung berdasarkan rumus efisiensi pengolahan konvensional, yaitu persentase penurunan konsentrasi parameter pencemar dari influen ke effluen. Hasil evaluasi kemudian dibandingkan dengan nilai baku mutu serta studi terdahulu seperti Khair et al. (2021), Patel et al. (2021), dan Zhou et al. (2022), untuk memperoleh konteks komparatif terhadap efektivitas sistem yang diuji.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dimulai dengan tahap persiapan dan observasi lapangan untuk memahami kondisi eksisting unit produksi UMKM Atun Cempaka Sasirangan (ACS) di Kota Banjarbaru. Hasil observasi awal mengungkapkan bahwa, seperti halnya industri tekstil pada umumnya, proses produksi kain sasirangan di ACS sangat bergantung pada tahap pewarnaan dan pencelupan, yang menggunakan berbagai jenis zat warna sintetis. Bahan kimia yang digunakan antara lain naphthol, indigosol, dan senyawa garam logam yang diketahui memiliki toksisitas tinggi dan daya tahan yang kuat terhadap degradasi alami (Rachman et al., 2017). Gambar 1 menunjukkan hasil observasi air limbah UMKM ACS.

Akumulasi limbah cair yang dihasilkan dari proses ini sangat signifikan, baik dari segi volume maupun konsentrasi pencemar. Pewarna sintetis menghasilkan air limbah berwarna pekat yang sulit terurai secara biologis, dan cenderung memiliki beban pencemar organik dan anorganik yang tinggi. Oleh karena itu, langkah awal kegiatan ini adalah melakukan analisis karakteristik awal limbah untuk mengetahui konsentrasi parameter pencemar utama serta menghitung rasio BOD/COD sebagai indikator biodegradabilitas limbah.

3.1 Karakteristik Awal Limbah Cair Sasirangan

Tabel 1 menyajikan hasil uji laboratorium terhadap sampel limbah cair dari rumah produksi ACS sebelum adanya sistem pengolahan yang dibuat. Nilai pH yang tercatat sebesar 12,31 mengindikasikan bahwa limbah bersifat sangat basa, yang kemungkinan besar disebabkan oleh penggunaan soda api atau bahan alkali lainnya dalam proses mordanting atau fiksasi warna. Warna limbah mencapai 796 Pt-Co, jauh melebihi baku mutu 200 Pt-Co (Permen LHK No. 16 Tahun 2019). Parameter organik seperti BOD dan COD tercatat masing-masing sebesar 1.785,19 mg/L dan 2.225,39 mg/L—keduanya melampaui ambang batas yang diizinkan, yaitu 60 mg/L dan 150 mg/L. TSS dan TDS juga berada pada kisaran yang mengkhawatirkan, mengindikasikan adanya padatan tersuspensi dan terlarut dalam jumlah besar.

Rasio BOD/COD sebesar 0,80 menunjukkan bahwa limbah tergolong masih cukup *biodegradable*, sehingga pendekatan pengolahan berbasis biologis seperti Lahan Basah Buatan (LBB) menjadi pilihan yang layak diterapkan (Samudro & Mangkoedihardjo, 2010).



Gambar 1. Hasil observasi air limbah UMKM ACS

Tabel 1. Karakteristik Limbah Cair ACS

No.	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu*
1	pH	-	12,31	6-9
2	Suhu	°C	27,3	Deviasi 2
3	Amonia	mg/L	5	-
4	Warna	Pt-Co	796	200
5	Kekeruhan	NTU	297	-
6	BOD	mg/L	1.785	60
7	COD	mg/L	2.225	150
8	TDS	mg/L	6260	-
9	TSS	mg/L	1486	50

(Sumber: *Permen LHK No. 16 Tahun 2019)

3.2 Evaluasi Kinerja Sistem Lahan Basah Buatan (LBB)

Hasil evaluasi (Gambar 2) menunjukkan bahwa setelah dilakukan pemasangan dan pengoperasian sistem LBB tipe aliran horizontal bawah permukaan (*Subsurface Horizontal Flow Constructed Wetland*), dilakukan pengambilan sampel influen dan effluen untuk menganalisis efisiensi penyisihan pencemar. Hasil analisis (Tabel 2) menunjukkan adanya penurunan konsentrasi yang sangat signifikan: BOD turun sebesar 70%, sementara COD menurun sebesar 67%. Nilai ini sudah memenuhi baku mutu, penurunan yang dicapai tersebut dalam sistem berukuran kecil dan belum dioptimasi menunjukkan potensi besar dari LBB sebagai teknologi alternatif.

Nilai pH inlet yang tercatat sebesar 8,9 menunjukkan kondisi limbah yang sedikit basa, kemungkinan besar akibat sisa alkali dari proses mordanting. Setelah perawatan dalam sistem LBB, pH menurun menjadi 7,5—masih dalam batas baku mutu. Penurunan ini menunjukkan bahwa media pasir-kerikil dan aktivitas akar tanaman berhasil menetralkan kelebihan basa, sekaligus menciptakan kondisi yang lebih ramah bagi mikroba penguraian organik.



Gambar 2. Kegiatan Evaluasi Kinerja LBB

Tabel 2. Hasil Uji Kualitas Limbah Cair ACS

No	Parameter	Satuan	Baku mutu*	Inlet	Outlet	Efisiensi (%)
1.	pH	-	6-9	8,9	7,5	71,43
2.	Warna	PtCo	200	164,55	67,6	58,92
3.	Amoniak	mg/l	1	0,74	0,6	18,92
4.	BOD	mg/l	60	160	48	70,00
5.	COD	mg/l	150	307,04	101,2	67,04

(Sumber: *Permen LHK No. 16 Tahun 2019)

Efisiensi sistem LBB yang ditampilkan di Tabel 2 menunjukkan penurunan warna sebesar 58,9%, dengan nilai efluen (67,6 Pt-Co) di bawah ambang baku mutu (200 Pt-Co). Efisiensi ini mendekati hasil yang dilaporkan Zhou et al. (2022), yaitu 78% untuk limbah tekstil sintetis, meski sedikit lebih rendah akibat karakter limbah sasirangan yang khas dan waktu tinggal (HRT) relatif singkat. Penurunan BOD dan COD masing-masing sebesar 70,0% dan 67,0% mengindikasikan bahwa proses biologis dalam media LBB—melalui adsorpsi dan degradasi mikroba—berjalan efektif. Nilai ini juga sejalan dengan ulasan Vymazal (2018), yang menyatakan bahwa efisiensi tipikal BOD/COD pada sistem horizontal flow umumnya berkisar antara 60–80%.

Berbeda dengan parameter organik dan warna, amoniak hanya berkurang 18,9%, jauh di bawah ambang baku mutu (1 mg/L). Hal ini mengindikasikan proses nitrifikasi–

denitrifikasi belum optimal dalam konfigurasi LBB saat ini. Rendahnya efisiensi amoniak kemungkinan disebabkan oleh keterbatasan oksigen terlarut di dalam lapisan media bawah permukaan, serta waktu tinggal yang kurang memadai untuk reaksi biokimia nitrifikasi. Studi Tazkiaturrizki (2016) menyarankan penambahan zona aerasi atau periodik flushing untuk meningkatkan pertukaran oksigen, sementara Samudro & Mangkoedihardjo (2010) merekomendasikan integrasi pra-treatment filtrasi dan aerasi untuk mendukung konversi amonia.

Dibandingkan metode koagulasi kimia (Hakim et al., 2016) yang menghasilkan efisiensi COD 60%, dan penggunaan adsorben lumpur aktif (Khair et al., 2021) dengan efisiensi BOD 65%, sistem LBB ACS menunjukkan kinerja yang lebih baik untuk parameter organik tanpa menimbulkan limbah sekunder. Keunggulan ini menegaskan potensi LBB sebagai solusi berkelanjutan bagi UMKM: biaya operasional rendah, tanpa kebutuhan bahan kimia tambahan, serta memanfaatkan mekanisme alamiah filtrasi, adsorpsi, dan biodegradasi.

3.3 Respons Mitra dan Implikasi Sosial

Selama proses evaluasi berlangsung, UMKM ACS terlibat secara aktif dalam pengoperasian dan pemantauan sistem. Melalui pelatihan dan bimbingan teknis yang diberikan (Gambar 3), mitra UMKM memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif tentang prinsip kerja LBB, pentingnya pemantauan parameter air secara berkala, dan cara-cara pemeliharaan sistem seperti pengontrolan laju aliran serta pemangkasan tanaman air.

Respons dari pelaku UMKM sangat positif. Mereka menilai bahwa sistem ini lebih ramah lingkungan dan mudah dioperasikan dibandingkan metode lain yang sebelumnya sempat dicoba namun kurang berkelanjutan. Bahkan, mitra menyampaikan komitmennya untuk mengembangkan sistem ini dengan skala yang lebih besar dan melakukan adaptasi tanaman lokal lainnya seperti *Eichhornia crassipes* atau *Phragmites australis* untuk meningkatkan efisiensi.

3.4 Kelebihan dan Tantangan Sistem LBB

Dari sisi teknis, LBB memiliki sejumlah keunggulan: biaya operasional rendah, tidak membutuhkan bahan kimia tambahan, serta memanfaatkan proses biologis alami yang berkelanjutan (Vymazal, 2018). Selain itu, sistem ini tidak hanya menyisihkan polutan, tetapi juga mendukung biodiversitas mikroorganisme dan tanaman, serta dapat meningkatkan estetika lingkungan jika dirancang dengan baik.

Namun demikian, tantangan tetap ada. Sistem LBB rawan mengalami penyumbatan media bila tidak dilakukan *flushing* atau perawatan berkala (Tazkiaturrizki, 2016). Selain itu, efisiensi sistem sangat tergantung pada pemilihan tanaman, desain hidrolis, dan waktu tinggal (*hydraulic retention time/HRT*). Oleh karena itu, optimalisasi sistem ke depan dapat mencakup variasi media tanam, rotasi jenis vegetasi, dan integrasi dengan sistem pre-treatment sederhana seperti kolam anaerobik atau filter pasir lambat.



Gambar 3. Kegiatan Bimbingan Teknis

Monitoring juga menunjukkan bahwa sistem ini membutuhkan pemeliharaan rutin untuk mencegah penyumbatan pada media filtrasi (Tazkiaturrizki, 2016). Selain itu, diperlukan optimasi lebih lanjut, seperti pengaturan aliran dan penyesuaian komposisi tanaman penyaring, untuk meningkatkan efisiensi pengolahan limbah cair sasirangan secara berkelanjutan (Samudro & Mangkoedihardjo, 2010). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan sistem lahan basah buatan dapat meningkatkan efisiensi penyisihan zat pencemar secara signifikan jika dilakukan pemeliharaan berkala dan pemantauan kualitas air secara kontinu (Khair et al., 2021).

Hasil ini mengukuhkan LBB tipe horizontal bawah permukaan sebagai teknologi pengolahan limbah sasirangan yang efektif untuk parameter organik dan warna. Namun, untuk memenuhi baku mutu penuh—terutama untuk amoniak—diperlukan optimasi desain berikut:

1. **Peningkatan Oxygen Transfer:** Menambahkan zona aerasi atau menggunakan media berpori tinggi.
2. **Perpanjangan HRT:** Memperbesar volume kolam atau mengurangi laju alir untuk memberi waktu lebih bagi mikroba.
3. **Integrasi Hybrid:** Menggabungkan LBB dengan unit nitrifikasi terpisah atau kolam anaerobik sebagai pra-treatment.

Dengan langkah-langkah tersebut, diharapkan sistem LBB dapat memenuhi seluruh parameter baku mutu Permen LHK No. 16 Tahun 2019, sekaligus memperkuat kapasitas UMKM ACS dalam mengelola limbah cair secara mandiri dan berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Evaluasi menunjukkan bahwa sistem Lahan Basah Buatan (LBB) yang diterapkan oleh UMKM ACS efektif dalam menurunkan kadar pencemar limbah cair sasirangan. Efisiensi penyisihan BOD dan COD yang tinggi membuktikan bahwa sistem ini dapat menjadi solusi alternatif dalam pengolahan limbah industri tekstil kecil. Untuk optimalisasi sistem, diperlukan monitoring dan perawatan secara berkala agar performa tetap maksimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Lambung Mangkurat atas pendanaan yang diberikan sesuai Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Lambung Mangkurat Badan Layanan Umum Universitas Lambung Mangkurat Tahun Anggaran 2024 Nomor: SP DIPA-023.17.2.677518/2024 Tanggal 24 November 2023 serta UMKM Atun Cempaka Sasirangan atas kerjasama dan partisipasinya dalam kegiatan pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hakim, L. N., Syarifudin, A., & Hamzani, S. (2016). Efektifitas abu sekam padi dan poly aluminium chloride dalam menurunkan zat warna limbah cair industri sasirangan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 13(2)
- Khair, R. M., Prihatini, N. S., Apriani, A., & Pramaningsih, V. (2021). Penurunan konsentrasi warna limbah cair sasirangan menggunakan adsorben limbah padat lumpur-aktif teraktivasi industri karet. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 7(1)
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2019). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 16 Tahun 2019 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Tekstil*.
- Patel, H., Patel, R., & Parmar, P. (2021). *Constructed wetlands for wastewater treatment: A review*. *Materials Today: Proceedings*, 46, 10727–10734. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.1093>
- Samudro, G., & Mangkoedihardjo, S. (2010). Review on BOD, COD and BOD/COD ratio: A triangle zone for toxic, biodegradable and stable levels. *International Journal of Academic Research*, 2(4), 235-239.
- Tazkiaturrizki. (2016). Efisiensi penyisihan senyawa karbon pada efluen IPAL Bojongsoang dengan constructed wetland tipe subsurface horizontal flow: Studi potensi daur ulang air limbah. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(2), 148-154. 2.
- Vymazal, J. (2018). *Constructed wetlands for wastewater treatment: Five decades of experience*. *Environmental Science & Technology*, 52(18), 10430–10435. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b05061>
- Zhou, J., Wang, Y., & Liu, J. (2022). *Performance of horizontal subsurface flow constructed wetlands treating dye-laden wastewater*. *Ecological Engineering*, 180, 106668. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106668>