

Peningkatan Kualitas Air Sungai di Desa Padang Batung Hulu Sungai Selatan dengan Memanfaatkan Eceng Gondok sebagai Biofilter Alami

Improving River Water Quality in Padang Batung Village, Hulu Sungai Selatan by Utilizing Water Hyacinth as a Natural Biofilter

Sepianur Ahmad Nabil

Astri Nurhasanah

Paska Apriyani Mulyadi

Rahmatullah Husein

Nukhak Nufita Sari *

*Department of Agroecotechnology,
Faculty of Agriculture, Lambung
Mangkurat University, Banjarbaru,
South Kalimantan, Indonesia

email: nukhak.sari@ulm.ac.id

Kata Kunci

Edukasi Lingkungan
Inovasi Lokal
Fitoremediasi
Logam Berat
Gulma Perairan
pH Air

Keywords:

Environmental education
Local innovation
Phytoremediation
Heavy metals
Aquatic weeds
Water pH

Received: May 2025

Accepted: July 2025

Published: January 2026

Abstrak

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di Desa Padang Batung, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan, yang terdampak pencemaran air akibat aktivitas pertambangan. Observasi dan keterangan dari BPP menunjukkan bahwa air sungai cenderung asam, terutama setelah hujan yang membawa lumpur tambang. Tujuan kegiatan ini adalah memperkenalkan pemanfaatan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai biofilter alami untuk memperbaiki kualitas air dan meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai potensi gulma lokal. Percobaan biofilter dilakukan dengan menempatkan eceng gondok pada aliran sungai yang dibatasi jaring penahan. Monitoring pH dilakukan seminggu sekali selama tiga minggu pada tiga titik pengamatan. Hasil menunjukkan kenaikan pH dari 4,37–4,43 pada minggu pertama, menjadi 4,61–6,44 pada minggu kedua, dan stabil pada 5,32–5,46 pada minggu ketiga. Hal ini membuktikan kemampuan eceng gondok dalam menetralkan air asam melalui mekanisme fitoremediasi. Selain itu, sosialisasi kepada masyarakat memberikan hasil positif. Petani yang awalnya menganggap eceng gondok sebagai gulma mulai memahami manfaatnya sebagai biofilter yang sederhana, murah, dan ramah lingkungan. Kegiatan ini berhasil meningkatkan wawasan masyarakat sekaligus menunjukkan peran eceng gondok dalam mengurangi pencemaran perairan di Desa Padang Batung.

Abstract

This community service program was carried out in Padang Batung Village, Hulu Sungai Selatan Regency, South Kalimantan, which is one of the areas affected by water pollution from mining activities. Field observations and information from the local Agricultural Extension Agency (BPP) indicated that the river water tends to be acidic, especially after rainfall that carries mining sediments into the stream. The purpose of this activity was to introduce the use of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) as a natural biofilter to improve water quality and to enhance community awareness regarding the potential of local weeds. The biofilter experiment was conducted by placing water hyacinth in the river flow confined by nets on both sides. Water pH was monitored weekly for 3 weeks at 3 observation points. Results showed an increase in pH from 4.37–4.43 in the first week to 4.61–6.44 in the second week, followed by stabilization at 5.32–5.46 in the third week. These findings demonstrate water hyacinth's ability to neutralize acidic water through phytoremediation. In addition, community outreach produced positive responses. Farmers who initially considered water hyacinth as a nuisance began to recognize its potential as a simple, low-cost, and environmentally friendly biofilter. This activity successfully increased public knowledge while proving the role of water hyacinth in reducing water pollution in Padang Batung Village.



© 2026 Sepianur Ahmad Nabil, Astri Nurhasanah, Paska Apriyani Mulyadi, Rahmatullah Husein, Nukhak Nufita Sari. Published by [Institute for Research and Community Services Universitas Muhammadiyah Palangkaraya](#). This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>). DOI: <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v11i1.10894>

PENDAHULUAN

Daerah sekitar pertambangan merupakan wilayah yang rawan terhadap pencemaran lingkungan (Fauzi *et al.*, 2024). Sumber pencemaran umumnya berasal dari aktivitas pertambangan yang menghasilkan limbah berupa logam berat.

How to cite: Nabil, S. A., Nurhasanah, A., Mulyadi, P. A., Husein, R., Sari, N. N. (2026). Peningkatan Kualitas Air Sungai di Desa Padang Batung Hulu Sungai Selatan dengan Memanfaatkan Eceng Gondok sebagai Biofilter Alami. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 11(1), 296-303. <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v11i1.10894>

Kalimantan Selatan termasuk daerah dengan aktivitas pertambangan batu bara yang cukup tinggi dengan produksi mencapai 147 juta ton pada tahun 2022 (Beutel *et al.*, 2025). Aktivitas tambang batu bara tersebut berpotensi menghasilkan limpasan limbah yang mengandung logam berat seperti Besi (Fe), Mangan (Mn), Timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Merkuri (Hg), yang dapat mencemari air dan tanah di wilayah sekitarnya (Hidayat *et al.*, 2019). Kondisi ini menyebabkan daerah dengan aktivitas pertambangan yang padat, seperti Kalimantan Selatan, memiliki potensi besar terhadap pencemaran lingkungan. Salah satu desa yang berada di sekitar kawasan pertambangan adalah Desa Padang Batung. Desa Padang Batung secara astronomis terletak pada koordinat 2°53'–2°56' Lintang Selatan dan 115°16'–115°19' Bujur Timur, dengan ketinggian rata-rata di bawah 50 meter di atas permukaan laut. Wilayah ini berada pada lahan rawa lebak yang secara alami tergenang air pada musim hujan. Sungai yang mengalir di desa tersebut turut menerima aliran limbah dari aktivitas pertambangan saat terjadi hujan deras, sehingga kualitas air cenderung menurun dan ditandai dengan nilai pH yang rendah. Masuknya lumpur tambang ke sungai menyebabkan peningkatan konsentrasi ion logam berat dan menurunkan alkalinitas air, yang berdampak pada penurunan pH. Hasil pengukuran Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Padang Batung menunjukkan bahwa nilai pH air di wilayah ini berada pada kategori asam dengan kisaran pH 4. Hal ini sejalan dengan keterangan perangkat desa yang menyampaikan bahwa aktivitas pertanian warga mengalami kendala akibat masuknya lumpur tambang ke saluran irigasi ketika hujan turun. Dari hasil observasi lapangan, air sungai tampak sangat keruh dengan endapan di dasar perairan, mengindikasikan adanya pencemaran dari aktivitas tambang. Kondisi air yang asam ini tidak hanya mengganggu keseimbangan ekosistem perairan, tetapi juga berpotensi menurunkan produktivitas pertanian masyarakat yang menggunakan air sungai untuk irigasi. Selain itu, belum tersedianya sistem pemantauan kualitas air secara berkala membuat masyarakat kesulitan mengidentifikasi tingkat pencemaran yang terjadi. Kondisi ini menimbulkan kekhawatiran, sebab masyarakat masih memanfaatkan sungai untuk aktivitas pertanian. Selain persoalan pencemaran, kondisi perairan di Desa Padang Batung juga dipenuhi oleh pertumbuhan gulma air. Salah satu gulma yang banyak ditemukan adalah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Eceng gondok dikenal sebagai gulma pengganggu karena pertumbuhannya cepat dan mampu menutupi permukaan perairan (Rahmawati *et al.*, 2024). Namun, di sisi lain, tanaman ini memiliki kemampuan sebagai agen *fitoremediasi*. *Fitoremediasi* merupakan metode pemulihan kondisi lingkungan yang tercemar dengan memanfaatkan tanaman untuk menyerap, mendegradasi serta mentransformasikan bahan pencemar (Schnoor *et al.*, 2003; Ni'mah *et al.*, 2019). Kondisi melimpahnya eceng gondok di sungai Desa Padang Batung yang selama ini dianggap sebagai masalah sebenarnya menyimpan potensi besar untuk dimanfaatkan dalam upaya perbaikan kualitas air. Dengan pendekatan fitoteknologi, gulma ini bisa diubah dari masalah menjadi solusi yang ramah lingkungan. Namun, praktik yang dilakukan masyarakat saat ini masih sebatas menyingkirkan eceng gondok dari sungai dan menumpuknya di daratan tanpa mengetahui potensi penyerapannya terhadap logam berat. Cara ini tidak menyelesaikan masalah karena tanaman akan tumbuh kembali dengan cepat, bahkan dapat menyebabkan penyumbatan aliran air dan timbunan limbah organik saat membusuk. Eceng gondok dapat menyerap logam berat melalui akar dan jaringan tanamannya sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai biofilter alami untuk membantu menurunkan kadar pencemar pada air, khususnya logam berat yang banyak dihasilkan dari aktivitas pertambangan (Hasani *et al.*, 2021). Menurut (Sofia *et al.*, 2024), eceng gondok diketahui memiliki kemampuan *fitoremediasi* yang cukup baik karena mampu menyerap, menampung, dan mengendapkan unsur logam berat di dalam air melalui sistem perakarannya. Kemampuan *fitoremediasi* eceng gondok dapat mencapai efektifitas sebesar 82,27% dengan penurunan logam dalam air mencapai 5,29 ppm (Hidrawati *et al.*, 2023). Dengan demikian, pemanfaatan eceng gondok sebagai biofilter alami berpotensi menjadi strategi adaptif masyarakat dalam menghadapi degradasi kualitas air akibat aktivitas tambang. Berdasarkan potensi tersebut, pengembangan sistem biofilter yang memanfaatkan eceng gondok menjadi langkah strategis untuk menerapkan proses *fitoremediasi* secara berkelanjutan di lingkungan perairan. Sistem ini tidak hanya mengoptimalkan fungsi penyerapan logam berat oleh tanaman, tetapi juga menjaga kestabilan kualitas air melalui mekanisme alami. Biofilter berbasis eceng gondok merupakan sistem pemanfaatan tanaman air yang dibiarkan mengapung bebas pada permukaan perairan. Keunggulan biofilter ini adalah mudah diterapkan, biayanya murah, ramah lingkungan, serta mampu bekerja secara terus-menerus selama tanaman masih hidup (As'ari *et al.*, 2022). Sistem ini juga memungkinkan air yang mengalir melewati area eceng gondok

tersaring secara alami sehingga proses penyerapan pencemar lebih efektif. Namun, hingga saat ini belum ada upaya nyata di Desa Padang Batung untuk mengelola gulma air secara terarah sebagai solusi ekologis. Selama ini masyarakat hanya berfokus pada pembersihan eceng gondok, sehingga diperlukan pendekatan baru yang mengarahkan pengelolaan gulma air tersebut sebagai solusi ekologis berbasis *fitoremediasi*. Sebagai tindak lanjut dari permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian ini dirancang untuk menerapkan pendekatan *fitoremediasi* secara langsung di lingkungan perairan melalui pemanfaatan eceng gondok. Pengabdian ini bertujuan untuk mengetahui peran eceng gondok sebagai biofilter dan meningkatkan wawasan masyarakat Desa Padang Batung mengenai pemanfaatan eceng gondok sebagai biofilter alami dalam mengurangi pencemaran air. Melalui percobaan dan sosialisasi, diharapkan masyarakat mampu memanfaatkan gulma lokal yang melimpah menjadi solusi praktis bagi perbaikan kualitas lingkungan perairan.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat mengenai pemanfaatan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai biofilter alami dilaksanakan oleh Tim Pengabdian Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Program Studi Agroekoteknologi, melalui program KKN-MBKM Membangun Desa. Tim pelaksana terdiri atas dosen pendamping dan mahasiswa, dengan dukungan masyarakat Desa Padang Batung sebagai mitra kegiatan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada kegiatan ini meliputi pH meter digital, jaring paranet 3 m, serta peralatan penunjang seperti bambu sepanjang $\pm 1,5$ m, tali nilon, parang, gergaji, dan gelas plastik untuk wadah sampel air. Bahan utama yang digunakan adalah tumbuhan eceng gondok segar (*Eichhornia crassipes*) yang diambil langsung dari perairan sekitar Desa Padang Batung.

Metode Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan melalui dua tahapan utama, yaitu percobaan biofilter eceng gondok dan sosialisasi kepada masyarakat. Pelaksanaan kegiatan diawali dengan percobaan, kemudian dilanjutkan dengan sosialisasi. Urutan ini dipilih agar hasil percobaan dapat dijadikan data pendukung dan contoh nyata dalam kegiatan sosialisasi kepada masyarakat.

1. Percobaan Biofilter

Percobaan dilakukan pada bulan Juli–Agustus 2025 di aliran sungai Desa Padang Batung. Bambu dipasang sebagai kerangka penahan di tepi sungai, kemudian jaring paranet diikat pada sisi kanan dan kiri untuk mencegah eceng gondok hanyut terbawa arus. Tumbuhan eceng gondok dilepaskan ke area sungai yang telah ditentukan, lalu dilakukan monitoring pH air menggunakan pH meter digital. Pengambilan sampel dilakukan dengan gelas plastik pada tiga titik lokasi, yaitu sebelum biofilter, di area biofilter, dan setelah biofilter. Pengukuran dilakukan seminggu sekali selama tiga minggu.

2. Sosialisasi

Sosialisasi dilaksanakan pada tanggal 29 Agustus 2025 di lahan petani Desa Padang Batung dengan melibatkan masyarakat sekitar. Materi disampaikan menggunakan leaflet dan miniatur biofilter eceng gondok. Untuk mengetahui tingkat pemahaman, dilakukan *Pre-test* sebelum sosialisasi dan *Post-test* setelah kegiatan. Peserta juga diajak mengamati langsung biofilter eceng gondok yang dipasang di sungai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tim pengabdian mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat melaksanakan kegiatan di Desa Padang Batung, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan. Desa ini dipilih karena kondisi perairan sungai rentan tercemar akibat aktivitas pertambangan, sehingga kualitas air cenderung asam dan berpotensi mengganggu aktivitas masyarakat. Sebelum pelaksanaan kegiatan, kami melakukan diskusi bersama Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) serta

perangkat Desa Padang Batung untuk mengidentifikasi kondisi perairan dan masalah yang dihadapi masyarakat (Gambar 1).



Gambar 1. Diskusi dengan BPP Padang Batung & Perangkat Desa.

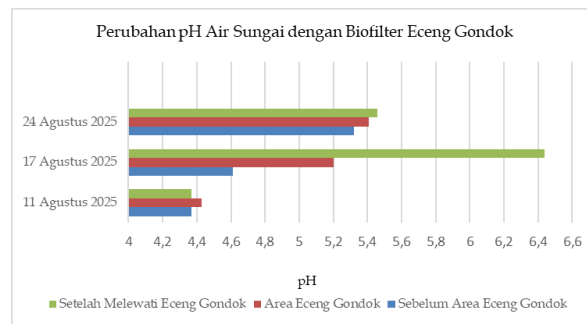
Hasil diskusi dan observasi di lapangan menunjukkan bahwa aliran sungai di Desa Padang Batung memiliki kondisi perairan yang keruh, terutama setelah hujan deras. Menurut keterangan dari Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Padang Batung, pengukuran terakhir menunjukkan bahwa pH air sungai cenderung rendah atau asam. Kondisi ini disebabkan oleh masuknya lumpur hasil aktivitas pertambangan yang terbawa ke badan sungai saat hujan deras. Air dengan pH rendah cenderung memiliki konsentrasi logam berat yang tinggi, karena logam seperti Fe, Al, dan Mn lebih mudah larut dalam kondisi asam. Hal ini sesuai dengan pemaparan (Saalidong *et al.*, 2022), bahwa pH rendah dapat meningkatkan kelarutan logam berat dalam air, sehingga konsentrasi logam terlarut menjadi lebih tinggi dan berpotensi membahayakan ekosistem perairan. Dengan demikian, pemantauan pH dapat digunakan sebagai indikator awal adanya pencemaran logam berat pada perairan. pH merupakan salah satu parameter dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan karena berpengaruh terhadap aktivitas kimia, fisika, biologi, kelarutan logam, serta ketersediaan oksigen terlarut (Sangadjisowohy, 2023). (Labbaik *et al.*, 2018) menyatakan bahwa pH merupakan salah satu parameter utama dalam menilai kualitas air. Jika nilai pH berada di bawah 5 atau di atas 9 menandakan kondisi perairan yang tercemar dan dapat mengganggu kelangsungan hidup organisme akuatik. Air yang terlalu asam dapat menekan kehidupan organisme air dan mempercepat pelarutan logam berat yang beracun. Idealnya, kisaran pH netral (6,5–7,5) menjadi kondisi optimal bagi biota air dan tanaman yang menggunakan air tersebut sebagai sumber irigasi (Sofiana *et al.*, 2022). Oleh karena itu, pengendalian dan peningkatan pH sangat penting untuk menjaga keberlanjutan ekosistem perairan dan pertanian masyarakat sekitar. Pada program ini, eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) berperan sebagai agen fitoremediasi, yaitu tumbuhan yang mampu memperbaiki kualitas air melalui proses biologis alami. Sistem akar eceng gondok yang lebat dan berpori berfungsi menyerap ion logam berat serta bahan organik dari air. Mikroorganisme yang tumbuh di permukaan akar juga membantu menurunkan kadar polutan melalui proses oksidasi dan pengendapan (Monroy-Licht *et al.*, 2024).



Gambar 2. Miniatur Biofilter Eceng Gondok.

Sebagai tindak lanjut kondisi tersebut, kami melakukan percobaan aplikasi biofilter menggunakan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) di sungai Desa Padang Batung (Gambar 2). Tujuan percobaan ini adalah untuk mengetahui sejauh mana eceng gondok mampu memperbaiki kualitas air dengan menaikkan pH. Pemantauan dilakukan melalui

pengukuran pH selama tiga minggu berturut-turut pada tiga titik lokasi, yaitu sebelum area biofilter, di lokasi penempatan eceng gondok, dan setelah melewati area biofilter.



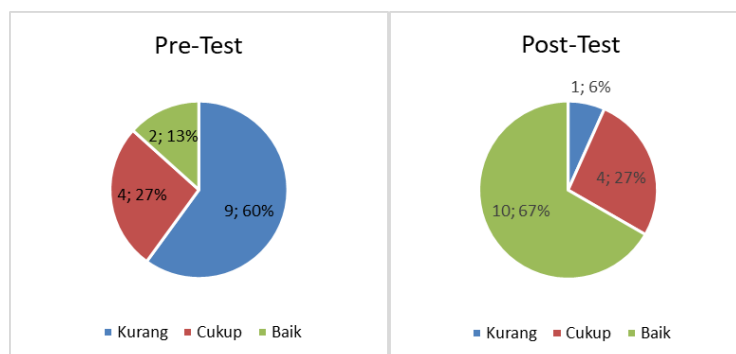
Gambar 3. Hasil Pengamatan pH Air Sungai.

Berdasarkan Gambar 3, pada pengamatan pertama, nilai pH berada pada kisaran 4,37-4,43. Kondisi ini menandakan bahwa air sungai bersifat asam, sejalan dengan hasil wawancara bahwa sungai sering menerima limpasan limbah tambang yang menurunkan kualitas air. Hasil pengamatan kedua, nilai pH meningkat menjadi 4,61- 6,44 yang menandakan bahwa proses fitoremediasi sedang berlangsung yang mana eceng gondok berperan dalam menyerap logam berat dan senyawa organik yang dapat memengaruhi kemasaman air. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Priya *et al.*, 2017), yang mengatakan bahwa eceng gondok efektif dalam menstabilkan pH air melalui proses penyerapan ion logam dan bahan organik, sehingga kualitas air bergerak menuju kondisi netral selama proses fitoremediasi berlangsung. Kemampuan eceng gondok menyerap zat pencemar itu disebabkan oleh akarnya yang bercabang-cabang halus, akar ini biasanya digunakan oleh mikroorganisme sebagai tempat pertumbuhan (Wajong *et al.*, 2022). Menurut (Fahrudin *et al.*, 2023), logam berat yang terkandung dalam air akan diserap oleh akar eceng gondok, kemudian diangkut ke semua bagian tumbuhan eceng gondok, selanjutnya logam berat tersebut akan disimpan di bagian tertentu pada tumbuhan agar proses metabolisme eceng gondok menjadi tidak terganggu. Pengamatan minggu ketiga nilai pH berada pada kisaran 5,32-5,46 yang menunjukkan pH air cenderung stabil setelah dua minggu perlakuan. Kenaikan pH yang tidak terlalu ekstrem dibandingkan dengan minggu sebelumnya menandakan bahwa sistem fitoremediasi telah mencapai kondisi yang lebih seimbang, di mana eceng gondok mampu mentransformasi air dari kondisi asam menuju pH yang lebih mendekati netral. Menurut penelitian (Hasani *et al.*, 2021), eceng gondok efektif dalam menurunkan logam Fe dan menaikkan pH dari kondisi asam dalam waktu 3 minggu, dengan stabilisasi kualitas air setelah minggu kedua. Sedangkan menurut (Sing *et al.*, 2022), penyerapan logam seperti Zn, Pb, dan Cd cepat terjadi pada minggu pertama, lalu melambat dan stabil setelah minggu kedua yang menunjukkan pola kinetika fitoremediasi. Secara keseluruhan, hasil pengamatan menunjukkan bahwa aplikasi biofilter eceng gondok memberikan dampak positif terhadap perbaikan kualitas air sungai di Desa Padang Batung. Dalam kurun tiga minggu, pH air yang semula asam mengalami peningkatan bertahap menuju kondisi yang mendekati netral. Proses fotosintesis pada eceng gondok dapat memengaruhi keseimbangan pH air melalui penyerapan CO_2 terlarut. Ketika tanaman berfotosintesis, penurunan kadar CO_2 menyebabkan berkurangnya ion H^+ , sehingga pH air meningkat (Aung, 2023). Hal ini membuktikan bahwa eceng gondok berperan efektif sebagai agen fitoremediasi yang mampu menstabilkan kondisi perairan tercemar logam berat.



Gambar 4. Sosialisasi Biofilter Eceng Gondok.

Selain percobaan, kami juga melakukan kegiatan sosialisasi kepada masyarakat Desa Padang Batung mengenai pemanfaatan eceng gondok sebagai biofilter (Gambar 4). Para peserta yang hadir pada kegiatan ini pada awalnya menganggap eceng gondok sebagai gulma yang merugikan karena menutupi permukaan perairan dan menghambat irigasi. Namun, melalui sosialisasi yang disertai dengan pengamatan langsung ke lokasi biofilter, peserta mulai memahami bahwa eceng gondok memiliki manfaat sebagai biofilter alami yang mampu memperbaiki kualitas air.



Gambar 5. Hasil *Pre-test* dan *Post-test*.

Untuk mengetahui perubahan pemahaman peserta, dilakukan *Pre-test* dan *Post-test*. Hasil *Pre-test* menunjukkan bahwa sebagian besar peserta masih berada pada kategori Kurang (7 orang atau 47%), 5 orang (33%) pada kategori Cukup, dan hanya 3 orang (20%) yang masuk kategori Baik. Setelah sosialisasi, terjadi peningkatan yang nyata yaitu hanya 1 orang (7%) yang masih berada pada kategori Kurang, 4 orang (27%) pada kategori Cukup, dan 10 orang (66%) sudah mencapai kategori Baik (Gambar 5). Perbandingan ini membuktikan bahwa sosialisasi berhasil meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai manfaat eceng gondok. Jika sebelumnya eceng gondok lebih sering dipandang sebagai gulma pengganggu, kini masyarakat mulai menerima tumbuhan ini sebagai solusi sederhana dan bermanfaat bagi lingkungan perairan.

KESIMPULAN

Hasil kegiatan pengabdian menunjukkan bahwa air sungai di Desa Padang Batung memiliki pH rendah akibat pencemaran dari aktivitas pertambangan. Aplikasi biofilter eceng gondok selama tiga minggu terbukti mampu meningkatkan pH menjadi lebih mendekati netral, sehingga kualitas air mengalami perbaikan. Sosialisasi juga berjalan dengan baik, ditandai dengan respon positif masyarakat yang mulai menyadari manfaat eceng gondok sebagai solusi sederhana, murah, dan ramah lingkungan untuk mengatasi pencemaran air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada pihak Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, serta PT Antang Gunung Meratus (AGM) yang telah memberikan dukungan sebagai sponsor dalam kegiatan pengabdian ini. Penghargaan juga diberikan kepada Pemerintah Desa Padang Batung, Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Padang Batung, dan masyarakat setempat atas kerjasama dan partisipasi aktifnya.

REFERENSI

As'ari, R. M., Syafiuddin, A., Adriansyah, A. A., & Setianto, B. (2022). Fitoremediasi air limbah tempe menggunakan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes*). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(5), 564–569. <https://doi.org/10.14710/jkm.v10i5.35171>

- Aung, H. H. (2023). pH modulation of arsenic phytoextraction and nutrient uptake in pH modulation of arsenic phytoextraction and nutrient uptake in water hyacinth (eichhornia crassipes (Mart.)) water hyacinth (eichhornia crassipes (Mart.)) [Chulalongkorn University]. <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd>
- Beutel, J., Avallone, A., Herrera, E. G., Kligen, J., Kurwan, J., Mohr, K., Vasudha, V., Wallenta, A., Wehnert, T., & Roche, M. Y. (2025). Status Report of the Coal Sector in Indonesia Pathways and barriers towards a Just Energy Transition. www.wupperinst.org
- Fahrudin, Borrang, D. T., Tanjung, R. E., Abdullah, A., & Tuwo, M. (2023). Perubahan fisik eceng gondok Eichhornia crassipes dalam fitoremediasi logam berat. *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*, **14**(1), 65–71. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jai2>
- Hasani, Q., Pratiwi, N. T. M., Wardiatno, Y., Effendi, H., Martin, A. N., Efendi, E., Pirdaus, P., & Wagiran. (2021). Phytoremediation of iron in ex-sand mining waters by water hyacinth (Eichhornia crassipes). *Biodiversitas*, **22**(2), 838–845. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220238>
- Hidayat, A. P., Damris, & Prabasari, I. G. (2019). Pengaruh penambahan biochar dari batu bara lignite pada tanah bekas penambangan batu bara terhadap konsentrasi logam kadmium (Cd) terlarut menggunakan kolom fixed bed sorption. *Journal Engineering*, **1**(1), 1–16. <https://online-journal.unja.ac.id/JurnalEngineering/article/view/6250>
- Hidrawati, Syam, N., & Ayu, N. (2023). Fitoremediasi timbal (Pb) pada air tercemar menggunakan tumbuhan eceng gondok (Eichhornia crassipes) dan apu-apu (Pistia stratiotes). *Jurnal Agrotek*, **7**(2), 205–214. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v7i2.358>
- Labbaik, M., Restu, I. W., & Pratiwi, M. A. (2018). Status pencemaran lingkungan sungai badung dan sungai mati di Provinsi Bali berdasarkan bioindikator Phylum annelida. *Journal of Marine Sciences and Aquatic*, **4**(2), 304–315. <https://doi.org/10.24843/jmas.2018.v4.i02.304-315>
- Monroy-Licht, A., Carranza-Lopez, L., De la Parra-Guerra, A. C., & Acevedo-Barrios, R. (2024). Unlocking the potential of Eichhornia crassipes for wastewater treatment: phytoremediation of aquatic pollutants, a strategy for advancing Sustainable Development Goal-06 clean water. In *Environmental Science and Pollution Research* **31**(31), pp. 43561–43582. Springer. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-33698-9>
- Ní'mah, L., Anshari, M. A., & 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. *Jurnal Konversi*, **8**(1), 55–62. <https://doi.org/10.24853/konversi.8.1.8>
- Priya, E. S., & Selvan, P. S. (2017). Water hyacinth (Eichhornia crassipes) – An efficient and economic adsorbent for textile effluent treatment – A review. *Arabian Journal of Chemistry*, **10**, S3548–S3558. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.03.002>
- Rahmawati, R. D., Aisa, A., Fathiyah, S. F. A., Hafizah, D., Fakhrur, A., Effendi, A. Z., Anggren, D. F., Sinta, F. D., Bahasa Arab, P., A Wahab Hasbullah, U. K., Wahab Hasbullah, A., & Syariah, E. (2024). Sosialisasi dan pengolahan eceng gondok menjadi pakan ternak. *Ekonomi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, **5**(3), 155–159. <https://doi.org/10.32764/abdimasekon.v5i3.5337>
- Saalidong, B. M., Aram, S. A., Otu, S., & Lartey, P. O. (2022). Examining the dynamics of the relationship between water pH and other water quality parameters in ground and surface water systems. *PLoS ONE*, **17**(11), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262117>
- Sangadjisowohy, I. (2023). Peningkatan nilai dissolved oksigen dan penetralan pH pada air laut menggunakan destilasi sederhana. *Jurnal Sehat Mandiri*, **18**(1), 74–83. <https://doi.org/10.33761/jsm.v18i1.958>

- Sofia, M., Simanjuntak, W. Y., Maysara, L., Ambarita, T., Febriyossa, A., Nilan, M., & Rangkuti, S. (2024). Penyerapan logam berat timbal (Pb) dalam air lindi TPA Terjun Marelان menggunakan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Agroristek*, 7(2), 89–97. <https://doi.org/10.47647/jar.v7i2.2726>
- Sofiana, M., Kadarsah, A., & Sofarini, D. D. (2022). Kualitas air terdampak limbah sebagai indikator pembangunan berkelanjutan di Sub DAS Martapura Kabupaten Banjar. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(1), 18–31. <https://dx.doi.org/10.20527/jukung.v8i1.12966>
- Wajong, R. S., Polii, B., & Rotinsulu, W. C. (2022). Pengaruh penyerapan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan apu apu (*Pistia stratiotes*) terhadap konsentrasi Cu dan Zn pada air limbah pertambangan PT J Resources Bolaang Mongondow. *Agri-SosioEkonomi Unsrat*, 18(3), 765–774. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.v18i3.44717>