

## **Pemberdayaan Karang Taruna Melalui Penerapan *Low Cost Ceramic Membrane* Berbasis TKKS untuk Pengolahan Air Gambut di Panca Desa**

Sisnayati <sup>1\*</sup>, Desfitrina<sup>2</sup>, Muhammad Faizal<sup>3</sup>, Nabila Istikharo Cesario<sup>1</sup>, Renovasi<sup>1</sup>, Dewi Putri Yuniarti<sup>1</sup>, Dian Sari Dewi<sup>1</sup>, Ria Komala<sup>1</sup>, Surya Hatina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Universitas Tamansiswa Palembang, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Manajemen, Universitas Tamansiswa Palembang, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya, Indonesia

\*E-mail korespondensi: sisnayati@unitaspalembang.ac.id

Received: 16 Agustus 2026    Revised: 11 September 2026    Accepted: 25 September 2026

### **Abstrak**

Keterbatasan akses air bersih menjadi permasalahan utama masyarakat di wilayah gambut karena air gambut yang bersifat asam, berwarna, dan keruh. Tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah meningkatkan akses air bersih dan air minum serta memperkuat kapasitas Karang Taruna melalui penerapan *Low Cost Ceramic Membrane* berbasis tandan kosong kelapa sawit. Pelaksanaan kegiatan berlangsung dari April–Juli 2026 dengan 25 peserta melalui tahapan sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan, evaluasi serta penguatan keberlanjutan. Peningkatan pengetahuan diukur menggunakan penilaian pada pre-test dan post-test, sedangkan kinerja teknologi dievaluasi berdasarkan kualitas air sebelum dan sesudah pengolahan. Setelah pengolahan, pH meningkat dari 3,7 menjadi 6,8, TDS menurun dari 562 menjadi 75,4 mg/L dan 27,2 mg/L untuk air bersih dan air minum. Kekerusuhan menurun dari 8,52 menjadi 2,65 NTU dan 1,07 NTU, Fe menurun dari 5,89 menjadi 0,10 mg/L dan 0,05 mg/L, serta Mn menurun dari 0,53 menjadi 0,09 mg/L dan 0,02 mg/L. Hasil pengukuran pengetahuan menunjukkan bahwa nilai rata-rata meningkat sebesar 63,25% dari 58,5 pada pre-test menjadi 95,5 pada post-test. Pendampingan juga mengembangkan keterampilan operasional mitra dalam pengoperasian, pemeliharaan, serta penerapan standar operasional. Program ini menunjukkan potensi integrasi teknologi tepat guna dan pemberdayaan masyarakat untuk mendukung penyediaan layanan air bersih berbasis komunitas secara mandiri dan berkelanjutan.

**Kata kunci :** Air bersih, gambut, *Low Cost Ceramic Membrane*, pemberdayaan masyarakat, Tandan Kosong Kelapa Sawit

### **Abstract**

*Limited access to clean water is a major issue for communities in peatland areas due to the acidic, discolored, and turbid nature of peat water. This community service initiative aimed to improve access to clean water and drinking water while strengthening the capacity of the local youth organization (\*Karang Taruna\*) through the implementation of low-cost ceramic membranes derived from oil palm empty fruit bunches. The project was conducted from April to July 2026 with 25 participants, involving stages such as outreach, training, technology implementation, mentoring, evaluation, and sustainability strengthening. Knowledge improvement was assessed via pre- and post-tests, while technology performance was evaluated based on water quality before and after treatment. Following treatment, the pH rose from 3.7 to 6.8, and Total Dissolved Solids (TDS) dropped from 562 mg/L to 75.4 mg/L (clean water) and 27.2 mg/L (drinking water). Turbidity decreased from 8.52 NTU to 2.65 NTU and 1.07 NTU; iron (Fe) levels fell from 5.89 mg/L to 0.10 mg/L and 0.05 mg/L; and manganese (Mn) levels dropped from 0.53 mg/L to 0.09 mg/L and 0.02 mg/L. Knowledge assessment results showed a 63.25% increase in the average score, rising from 58.5 in the pre-test to 95.5 in the post-test. Mentoring activities also enhanced the partners' operational skills regarding system operation, maintenance, and the application of standard operating procedures. The program demonstrates the potential of integrating appropriate technology with community empowerment to support the provision of independent and sustainable community-based clean water services.*

**Keywords:** Clean water, peat, Low-Cost Ceramic Membrane, community empowerment, Oil Palm Empty Fruit Bunches

### **Pendahuluan**

Ketersediaan air bersih merupakan salah satu kebutuhan dasar yang paling dibutuhkan oleh masyarakat, termasuk kesehatan, sanitasi, dan kualitas hidup mereka. Faktanya, masalah penyediaan air bersih masih menjadi fenomena yang umum terjadi di wilayah lahan basah dan lahan gambut karena sumber air permukaan umumnya memiliki karakteristik bersifat asam (pH rendah), berwarna coklat kemerahan, serta kandungan bahan organik yang tinggi. Karakteristik tersebut berkaitan dengan keberadaan senyawa asam humat dan fulvat yang menyebabkan air gambut bersifat asam dan berwarna [1]. Salah satu wilayah lahan gambut yang memiliki sumber air melimpah adalah Desa Panca Desa, Kecamatan Air Kumbang, Kabupaten Banyuasin dengan sumber air bersih yang kualitasnya tidak memenuhi persyaratan. Observasi awal menunjukkan air berwarna coklat kemerahan, berbau dengan pH 3,7, TDS 562 mg/L, dan tingkat kekeruhan menunjukkan nilai yang tinggi. Kondisi ini menyebabkan masyarakat tidak dapat menggunakan sumber air minum lokal yang ada secara efektif. Sementara itu, Desa Panca Desa berada di sekitar perkebunan kelapa sawit yang menghasilkan biomassa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yang pemanfaatannya masih terbatas. Hal ini menciptakan dua potensi lokal untuk teknologi pengolahan air limbah, yaitu adanya sumber air gambut mentah



dan belum diolah, serta biomassa TKKS yang dihasilkan dari pabrik kelapa sawit yang dapat diuji dan diolah untuk mendukung metode teknologi pengolahan air tersebut.



Gambar 1. Kondisi mitra sasaran: (a) air sungai yang digunakan warga Desa Panca Desa; (b) Kondisi air untuk sanitasi di rumah warga Panca Desa; (c) Timbunan TKKS di Panca Desa.

Karena keterbatasan sumber air bersih, berdampak langsung pada kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat. Masalah ini semakin serius, karena lebih dari 80% masyarakat di Desa Panca Desa masih bergantung pada air hujan untuk memenuhi kebutuhan air bersih mereka. Masyarakat perlu membeli air kemasan dan air tangki saat musim kemarau sehingga meningkatkan pengeluaran rumah tangga. Dalam kondisi tertentu, biaya air per bulan per keluarga dapat mencapai sekitar Rp1.020.000, suatu jumlah yang cukup besar bagi populasi yang sebagian besar bekerja sebagai petani, buruh perkebunan, dan sektor informal. Selain itu, tidak ada sistem pengolahan air berbasis masyarakat yang mandiri yang dapat menghasilkan air bersih secara murah dan berkelanjutan. Karang Taruna Desa Panca Desa, yang terdiri dari sekitar 25 anggota yang berpartisipasi aktif, namun masih kurangnya kemampuan teknis dan manajemen yang diperlukan untuk mengoperasikan, merawat, dan mengelola sistem penyediaan air bersih. Oleh karena itu, ada banyak masalah yang dihadapi. Tidak hanya masalah kualitas air, tetapi juga kekurangan teknologi yang efektif dan kemampuan kelembagaan lokal untuk menjamin pelayanan air bersih yang berkelanjutan.

Berbagai studi menunjukkan kemungkinan pengembangan teknologi membran keramik untuk pengolahan air. Membran keramik yang terbuat dari tanah liat, serbuk daun kelor dan karbon aktif mampu menurunkan kekeruhan air Sungai Musi dari 28,9 NTU menjadi 3,4 NTU [2]. Inovasi yang mengembangkan alat filtrasi berbasis membran keramik di Kota Bima juga telah dilakukan untuk memberikan akses air bersih bagi masyarakat Kota Bima [3]. Keunggulan membran keramik terletak pada ketahanannya terhadap suhu tinggi, stabilitas kimia yang baik, kekuatan mekanis yang tinggi dan umur pakai yang panjang [4,5]. Teknologi nanofiltrasi (NF) dengan membran komposit keramik juga dapat digunakan untuk mengolah air gambut [6]. Membran keramik yang terbuat dari karbon aktif dan serbuk besi oksida dengan berbagai konsentrasi telah diuji untuk pengolahan air sungai dan air limbah [7,8]. Studi terbaru telah mengembangkan integrasi Low Cost Ceramic Membrane (LCCM) berbasis biomassa

untuk pengolahan air gambut berbiaya rendah [9]. Berbagai hasil penelitian memberikan pengetahuan ilmiah bahwa biomassa lokal dapat diolah menjadi salah satu unsur teknologi membran dengan harga yang rendah dalam skala pengolahan air [10]. Namun demikian, sebagian besar kemajuan sebelumnya terus diarahkan pada karakterisasi material membran dan kinerja proses filtrasi, yang bertujuan pada tahap implementasi komersial teknologi, sehingga perlu menggabungkan aspek teknis dengan pemberdayaan masyarakat sebagai pengguna dan pengelola teknologi.

Dari permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian masyarakat ini memberikan penerapan teknologi Low Cost Ceramic Membrane (LCCM) berbasis TKKS sebagai teknologi tepat guna untuk pengolahan air gambut di Desa Panca Desa. Penerapan teknologi tidak hanya melalui pemasangan sistem pengolahan air, tetapi juga bersinergi dengan pemberdayaan Karang Taruna meliputi sosialisasi, pelatihan pembuatan serta pengenalan LCCM berbasis TKKS, pengoperasian sistem, pengelolaan pemeliharaan dan perawatan, keselamatan kerja, penyusunan rancangan SOP serta implementasinya, serta pendampingan bagi manajer layanan air bersih. Adapun proses alih teknologi, dimana Karang Taruna ditempatkan sebagai pengelola utama sehingga tidak terjadi titik berhenti pada serah terima peralatan, melainkan diarahkan pada pengembangan kapasitas masyarakat agar mampu mengelola operasi sistem secara mandiri. Metode ini bertujuan untuk meningkatkan akses masyarakat terhadap air bersih sekaligus meminimalkan ketergantungan pada air hujan serta kebutuhan untuk membeli air dari luar desa.

Kegiatan ini merupakan hal yang baru dan inovatif, dimana hilirisasi teknologi LCCM berbasis TKKS dilakukan melalui model pengelolaan air bersih yang bertumpu pada keterlibatan Karang Taruna. Program ini tidak sekadar baru karena memanfaatkan TKKS sebagai bahan membran, melainkan terletak pada pengintegrasian pemanfaatan sumber daya lokal dengan penerapan prototipe skala komunitas untuk pengolahan air gambut, peningkatan kapasitas teknis dan manajerial Karang Taruna, penerapan standar operasional prosedur (SOP), serta pembentukan mekanisme pengelolaan layanan air bersih yang berkelanjutan. Metode ini mengubah teknologi hasil riset dari prototipe menjadi teknologi yang lebih maju, kemudian diubah menjadi teknologi yang dikelola secara langsung di dalam komunitas. Dengan demikian, kegiatan ini bertujuan menerapkan teknologi membran keramik berbasis TKKS untuk pengolahan air gambut serta memberdayakan Karang Taruna sebagai pengelola layanan air bersih di Panca Desa.

## **Metodologi**

### **Waktu dan tempat kegiatan**

Kegiatan pengabdian masyarakat dilaksanakan di Desa Panca Desa, Kecamatan Air Kumbang, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan dengan 25 peserta pada April-Juli 2026. Karang Taruna Desa Panca Desa menjadi target utama kegiatan sebagai mitra dalam pengelolaan layanan air bersih berbasis masyarakat.

### **Spesifikasi teknologi LCCM**

Teknologi LCCM yang diterapkan merupakan prototipe dari studi-studi sebelumnya [9]. Membran tubular disiapkan dari komposit tanah liat, serta arang aktif TKKS dan serbuk besi



dengan perbandingan massa 82,5:15:2,5. Campuran ini diekstrusi dan dipotong untuk membentuk membran dengan diameter dalam 5 cm, diameter luar 7 cm, dan panjang 25 cm yang kemudian disintering pada suhu 900 °C [8]. Membran berbasis TKKS memiliki diameter pori rata-rata sekitar 0,41 µm dengan porositas sekitar 48,81% [9]. Untuk kegiatan pengabdian kepada masyarakat, membran dipasang dalam seperangkat alat pengolahan air gambut dengan unit pretreatment, pompa dan perpipaan serta unit pengolahan lanjutan untuk menghasilkan dua produk, yaitu air bersih dan air minum. Spesifikasi ini tidak hanya menentukan teknologi yang ditransfer kepada mitra, tetapi juga menjadi dasar teknis implementasi yang diberikan.

### **Instrumen evaluasi dan pengujian kualitas air**

Untuk menilai pengetahuan, dilakukan pre-test dan post-test menggunakan seperangkat indikator yang sama, yaitu pengetahuan umum tentang air gambut, pengetahuan umum tentang LCCM, operasi serta pemeliharaan, SOP dan keberlanjutan. Nilai untuk setiap indikator diskalakan 0-100 dan peningkatan persentase dihitung sebagai  $((\text{nilai post-test} - \text{nilai pre-test}) / \text{nilai pre-test}) \times 100\%$ . Tes tertulis dilengkapi dengan observasi langsung terhadap peserta selama praktik dan saat membimbing orang lain terhadap standar operasional prosedur (SOP) operasi dan pemeliharaan. Hasil observasi keterampilan digunakan sebagai data tambahan yang bersifat deskriptif. Selanjutnya, penilaian utama peningkatan kapasitas kuantitatif tetap merujuk pada hasil pre-test dan post-test.

Pengujian kualitas air dilakukan pada 3 titik, yaitu air gambut (sebelum pengolahan), produk air bersih dan air minum. Parameter yang diamati meliputi bau, pH, TDS, kekeruhan, warna serta kadar Fe dan Mn. Hasilnya dibandingkan secara deskriptif dengan nilai acuan dari Peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Permenkes RI) No. 2 Tahun 2023. Karena kegiatan ini merupakan evaluasi penerapan di lapangan dan tidak dimaksudkan sebagai eksperimen komparatif dengan replikasi untuk penarikan inferensi statistik, penilaian kinerja teknologi bersifat kualitatif (perubahan atau peningkatan yang positif (core set) dibandingkan nilai sebelum pengolahan serta kepatuhan terhadap nilai acuan).

### **Tahapan pelaksanaan kegiatan**

Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan pemberdayaan masyarakat melalui penerapan teknologi tepat guna Low Cost Ceramic Membrane (LCCM) berbasis TKKS. Tahapan kegiatan meliputi sosialisasi dan identifikasi kebutuhan, pelatihan teknis dan manajerial, penerapan teknologi, pendampingan dan evaluasi serta penguatan program keberlanjutan.

- 1) Tahap sosialisasi merupakan tahap awal pelaksanaan pengabdian yang bertujuan untuk menyamakan persepsi, komitmen, dan kesepakatan program dengan mitra, terdiri dari (a) Survey awal wilayah, sumber air gambut serta kondisi masyarakat dan mendiskusikan isu air bersih bersama Karang Taruna; (b) Penyampaian program dengan menguraikan tujuan, manfaat, dan cakupan kegiatan kepada mitra sasaran; (c) Identifikasi kebutuhan air bersih dan air minum berdasarkan jumlah penduduk dan kebutuhan air perkapita (liter/orang/hari); (d) Pengenalan teknologi LCCM berbasis TKKS dengan cara sederhana dan mudah dipahami; (e) Penetapan peran dan tanggungjawab Karang Taruna Panca Desa sebagai pengelola utama layanan air bersih; (f) Pemilihan lokasi dan



- penjadwalan kegiatan Bersama mitra; (g) Penguatan komitmen mitra dan partisipasi aktif mitra selama program berlangsung dan setelahnya.
- 2) Pelatihan diselenggarakan untuk meningkatkan keterampilan teknis dan manajerial mitra, yaitu melalui : (a) Pelatihan pembuatan LCCM berbasis TKKS bersama Karang Taruna Panca Desa; (b) Pelatihan dalam pengoperasian sistem pengolahan air dengan benar dan aman; (c) Pelatihan untuk pemeliharaan berkala dan perawatan dasar sistem; (d) Pelatihan terkait keselamatan kerja diadakan untuk memperdalam pemahaman mitra mengenai aspek keamanan saat mengoperasikan peralatan dan menggunakan air hasil olahan; (e) Pelatihan tentang manajemen layanan air bersih sederhana dan kemampuan dalam pencatatan operasional; (f) Penyampaian SOP untuk operasional dan perawatan sistem secara konsisten.
  - 3) Tahap penerapan teknologi dilakukan dengan pemasangan dan pengoperasian prototipe sistem pengolahan air gambut, yaitu dengan cara: (a) Persiapan tempat dilaksanakan dengan menyesuaikan keadaan lapangan agar aman dan mendukung instalasi sistem pengolahan air; (b) Merancang atau mendesain suatu sistem TTG pengolahan air gambut melalui penerapan Teknologi LCCM berbasis TKKS; (c) Pemasangan instalasi sistem pengolahan air gambut dengan teknologi LCCM beserta komponen pendukung seperti pompa dan pipa; (d) Pengujian awal sistem dilakukan untuk memastikan aliran, tekanan, dan fungsi filtrasi berjalan sesuai dengan desain yang telah ditentukan; (e) Uji kualitas air hasil pengolahan di laboratorium; (f) Serah terima operasional awal kepada Karang Taruna sebagai pengelola sistem di lokasi mitra.
  - 4) Pendampingan intensif dan evaluasi kepada Karang Taruna mengenai cara menggunakan dan merawat sistem, dengan cara: (a) Pendampingan Karang Taruna dalam pengoperasian serta pemeliharaan sistem dapat menjaga serta merawat pengolahan air secara mandiri; (b) Monitoring kinerja sistem dilakukan secara rutin untuk mengevaluasi konsistensi operasi dan kualitas air olahan; (c) Evaluasi pemanfaatan layanan untuk mengukur seberapa sering layanan digunakan dan sejauh mana masyarakat merasa puas terhadap layanan air bersih; (d) Identifikasi dan penyelesaian kendala teknis dan non teknis; (e) Penyempurnaan SOP dilakukan berdasarkan hasil evaluasi supaya pengelolaan sistem menjadi lebih efektif dan berkelanjutan; (f) Monitoring dan evaluasi penggunaan Teknologi Tepat Guna LCCM berbasis TKKS terhadap kualitas air bersih dan kesehatan masyarakat.
  - 5) Tahap keberlanjutan program bertujuan untuk memperkuat posisi kelembagaan dan kesinambungan layanan, dengan cara: (a) Penetapan Karang Taruna sebagai pengelola utama untuk layanan air bersih berbasis desa; (b) Penyusunan rencana operasional, pemeliharaan dan pendanaan yang berkelanjutan; (c) Penguatan kapasitas mitra dilakukan secara berkala melalui pembinaan agar pengelolaan sistem tetap berjalan dengan baik; (d) Integrasi program ke dalam kegiatan desa dilakukan untuk menjadikan layanan air bersih sebagai bagian dari pelayanan sosial di desa; (e) Replikasi dan pengembangan layanan ke komunitas yang lebih luas; (f) Melakukan pembinaan tentang manajemen pengelolaan air bersih berbasis desa agar dapat terpelihara secara

berkelanjutan dengan membentuk Kelompok Kerja (POKJA) Pengelolaan Air Bersih/Minum di Desa Panca Desa.

## Hasil dan Pembahasan

Implementasi program pengabdian masyarakat melalui penerapan Low Cost Ceramic Membrane (LCCM) berbasis TKKS tidak hanya diarahkan pada teknologi pengolahan air untuk air gambut, tetapi juga memperkuat kapasitas masyarakat lokal terkait pengoperasian dan pemeliharaan secara mandiri. Kegiatan ini melibatkan Organisasi Kepemudaan (Karang Taruna) dan masyarakat Panca Desa melalui lima tahap penting, yaitu sosialisasi, pendidikan, penerapan teknologi, pendampingan, serta evaluasi dan pengarahan hingga penguatan program keberlanjutan. Metode alih teknologi ini dilakukan secara bertahap, dari “pemahaman yang lebih baik” hingga terbentuknya pengelola layanan air bersih di masyarakat.

### 1. Sosialisasi dan penguatan partisipasi mitra

Tahap sosialisasi merupakan fondasi utama untuk pelaksanaan program itu sendiri, karena pada tahap ini persepsi sudah diselaraskan antara tim pelaksana dan mitra mengenai permasalahan air bersih serta solusi untuk permasalahan tersebut yang akan diterapkan. Survei lapangan dan diskusi dengan Karang Taruna menguraikan kondisi sumber air gambut, kebutuhan air untuk masyarakat, lokasi untuk penerapan teknologi, serta kesiapan mitra untuk mengelola sistem ini. Kegiatan ini juga digunakan untuk mengenalkan prinsip-prinsip operasional LCCM berdasarkan TKKS dalam bahasa yang sederhana agar teknologi dapat dipahami oleh masyarakat umum.



Gambar 2. Kegiatan sosialisasi Program PKM: a) Tim PKM sedang sosialisasi tentang program PKM kepada mitra; b) Foto bersama tim PKM dan peserta kegiatan

Salah satu hasil penting dari tahap sosialisasi ini adalah adanya kesepakatan pembagian peran antara tim pelaksana dan mitra. Karang Taruna diarahkan sebagai aktor utama dalam mengelola layanan air bersih, sementara partisipasi masyarakat berfungsi lebih sebagai pengguna dan dukungan untuk keberlanjutan program. Keterlibatan sejak awal merupakan prinsip desain kunci dalam penggunaan teknologi yang tepat, karena keberhasilan teknologi di masyarakat tidak hanya bergantung pada seberapa baik peralatan berfungsi, tetapi juga pada penerimaan, pemahaman, dan kepemilikan dari para pengguna.

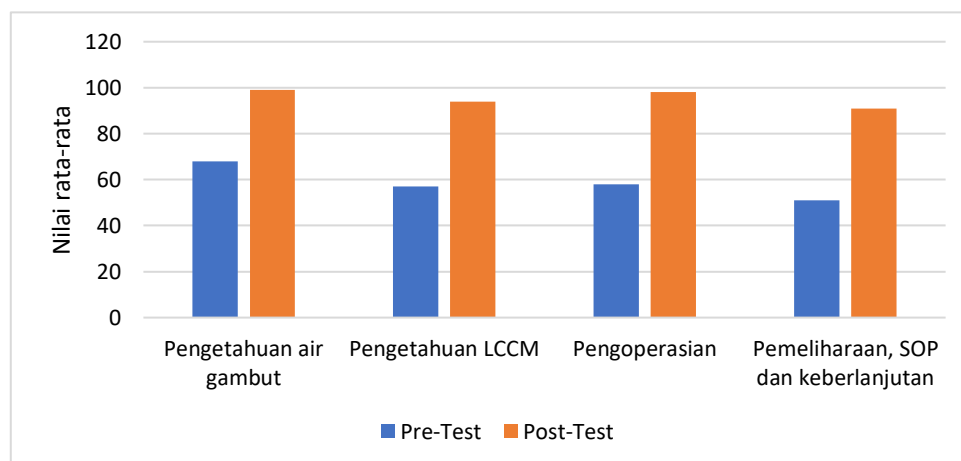
## 2. Peningkatan pengetahuan dan keterampilan melalui pelatihan

Para peserta dilatih untuk mengembangkan pengetahuan teknis dan manajerial dalam menangani pengelolaan air bersih. Materi ini mencakup peluncuran dan penerapan LCCM berbasis TKKS, pengoperasian sistem pengolahan air, pemeliharaan berkala, keselamatan kerja, pencatatan selama pengoperasian alat, serta penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP). Pada intinya bukan sekadar menyampaikan materi, tetapi mendemonstrasikan dan memberi praktik agar peserta memahami peran berbagai unsur dan proses dalam cara kerja sistem.

Untuk menilai seberapa efektif pelatihan, dilakukan pre-test dan post-test terhadap peserta. Hasil Evaluasi menunjukkan bahwa nilai rata-rata dari 58,5 meningkat menjadi 95,5 pada post-test, atau meningkat sebesar 63,25%. Peningkatan terbesar terjadi pada indikator pemeliharaan, SOP dan keberlanjutan (78,43%), diikuti pengoperasian (68,97%), pengetahuan LCCM (64,91%) dan pengetahuan air gambut (45,59%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa setelah kegiatan, peningkatan tidak hanya terjadi pada pemahaman konsep, tetapi juga pada aspek yang berkaitan langsung dengan pengoperasian dan keberlanjutan teknologi.

Tabel 1. Hasil evaluasi pengetahuan peserta

| Indikator                           | Pre-Test | Post-Test | Peningkatan (%) |
|-------------------------------------|----------|-----------|-----------------|
| Pengetahuan air gambut              | 68       | 99        | 45,59           |
| Pengetahuan LCCM                    | 57       | 94        | 64,91           |
| Pengoperasian                       | 58       | 98        | 68,97           |
| Pemeliharaan, SOP dan keberlanjutan | 51       | 91        | 78,43           |
| Rata-rata                           | 58,50    | 95,50     | 63,25           |



Gambar 3. Hasil evaluasi pengetahuan peserta sebelum dan sesudah sosialisasi

Peningkatan pada indikator operasional dan pemeliharaan relevan untuk model pelatihan yang mengintegrasikan penjelasan, demonstrasi, dan praktik langsung. Keterlibatan pengguna sejak tahap instalasi hingga pemeliharaan merupakan aspek penting bagi program pengolahan air berbasis masyarakat agar teknologi tersebut tidak berakhir hanya pada penyerahan peralatan. Hasil studi menguatkan temuan terkait program penyediaan air berbasis masyarakat

di Indonesia yang menyoroti bahwa desain partisipatif dan pelatihan operasi–pemeliharaan meningkatkan pemahaman serta kapasitas komunitas untuk mengelola sistem air secara mandiri [11].

Salah satu upaya untuk memaksimalkan nilai post-test adalah melalui pemberdayaan masyarakat. Setiap teknologi yang diberikan kepada masyarakat memerlukan pengguna yang dapat menjalankan dan memeliharanya dengan baik. Semakin meningkat pengetahuan dan keterampilan, semakin kecil ketergantungan mitra pada tim pelaksana sehingga meningkatkan keberlanjutan penggunaan teknologi.

### 3. Penerapan teknologi LCCM berbasis TKKS

Tahap implementasi teknologi berupa pemasangan unit prototipe untuk sistem pengolahan air gambut menggunakan LCCM berbasis TKKS, pompa, pipa, serta komponen pendukung. Setelah pemasangan selesai, dilakukan uji fungsi aliran, tekanan, dan filtrasi untuk memverifikasi bahwa sistem dapat bekerja sesuai dengan desain. Sebagai bagian dari alih teknologi, mitra berperan aktif dalam pemasangan dan pengoperasian awal.

Pengujian kualitas air dilakukan untuk membandingkan kondisi air baku dengan kualitas produk air bersih dan air minum yang dihasilkan setelah pengolahan. Parameter yang dievaluasi adalah bau, pH, TDS, kekeruhan, warna, Fe, dan Mn. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kualitas air gambut sebelum dan sesudah pengolahan

| Parameter | Unit | Sebelum pengolahan | Sesudah pengolahan |              | Standar*     |
|-----------|------|--------------------|--------------------|--------------|--------------|
|           |      |                    | Air Bersih         | Air Minum    |              |
| Bau       | -    | Berbau             | Tidak berbau       | Tidak berbau | Tidak berbau |
| pH        | -    | 3,7                | 6,8                | 6,8          | 6,5-8,5      |
| TDS       | mg/L | 562                | 75,4               | 27,2         | <300         |
| Kekeruhan | NTU  | 8,52               | 2,65               | 1,07         | <3           |
| Warna     | TCU  | 64,8               | 5,8                | 1,6          | 10           |
| Fe        | mg/L | 5,89               | 0,1                | 0,05         | 0,2          |
| Mn        | mg/L | 0,53               | 0,09               | 0,02         | 0,1          |

\*Nilai Baku Mutu mengacu pada Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi

Tabel 2 menunjukkan tren peningkatan untuk semua parameter kualitas air yang diukur. Nilai pH meningkat dari 3,7 menjadi 6,8, sedangkan TDS menurun dari 562 menjadi 754 mg/L dan dari 272 mg/L masing-masing pada produk air bersih dan air minum. Kekeruhan menurun dari 8,52 menjadi 2,65 dan 1,07 NTU; warna dari 64,8 menjadi 5,8 dan 1,6 TCU; Fe dari 5,89 menjadi 0,10 dan 0,05 mg/L; Mn dari 0,53 menjadi 0,09 dan 0,02 mg/L. Tren penurunan tersebut bermakna bahwa pH rendah dengan kandungan materi organik alami yang tinggi, berkontribusi terhadap warna dan logam [1].

Penurunan kekeruhan dan warna dapat dikaitkan dengan penghilangan secara fisik oleh struktur berpori membran serta adsorpsi pada karbon aktif TKKS. Luas permukaan untuk adsorpsi disediakan oleh material karbon berpori, sementara matriks keramik membantu dalam

menahan partikel tersuspensi dan koloid; mekanisme gabungan proses filtrasi–adsorpsi ini juga banyak dilaporkan untuk membran keramik yang berasal dari bahan baku berbiaya rendah atau pemanfaatan limbah [10]. Temuan ini sejalan dengan studi lain tentang LCCM-TKKS yang menunjukkan penurunan TDS dari 549 mg/L menjadi 170,1 mg/L. Kekeruhan dari 8,52 NTU menjadi 2,65 NTU, dan warna dari 64,8 TCU menjadi hanya 5,8. Membran yang sebelumnya diteliti berdasarkan tanah liat, karbon aktif TKKS dan serbuk besi juga mencatat efisiensi penyingkiran yang tinggi untuk Fe (hingga 92,03%) dan Mn (hingga 97,08%) [12].

Temuan kualitas air pada kegiatan ini sebaiknya dipandang sebagai hasil evaluasi pengujian penerapan di lapangan, dan bukan sebagai eksperimen komparatif dengan replikasi. Oleh karena itu, formulanya adalah bahwa sistem ini “meningkatkan kualitas air” tetapi tidak membuat klaim yang bersifat absolut. Bukti tambahan mengenai kinerja teknologi mungkin dapat dihasilkan melalui pengambilan sampel berulang pada berbagai waktu operasi, pelaporan nilai rata-rata dan simpangan baku, serta pengujian statistik sebelum dan sesudah pengolahan.

#### **4. Pendampingan dan evaluasi pengoperasian sistem**

Setelah teknologi diterapkan, pendampingan juga dilakukan agar Karang Taruna dapat menjalankan dan memelihara sistem secara mandiri. Kegiatan ini mencakup melakukan pengoperasian rutin dan pembersihan dan perawatan membran, memantau parameter kualitas air setiap pergantian kerja, penerapan SOP, serta mengidentifikasi kendala teknis maupun non-teknis. Hasil pendampingan menunjukkan bahwa 85% dari peserta/anggota pengelola mampu menerapkan prosedur pengoperasian alat dan 83% mampu melaksanakan pemeliharaan dasar tanpa pendampingan.

Monitoring sistem juga dilakukan untuk mengevaluasi stabilitas operasional dan kualitas air olahan secara konsisten. Permasalahan yang terjadi selama operasi, seperti menurunnya laju aliran air hasil filtrasi, ketidakstabilan tekanan operasi, kebocoran pada sambungan pipa, serta perubahan tingkat kekeruhan air baku. Penurunan laju alir air setelah filtrasi ditangani dengan pembersihan rutin dan flushing membran, sedangkan ketidakstabilan tekanan diperbaiki dengan memeriksa pompa dan saluran pipa, serta mengubah kondisi operasi. Pengencangan atau penggantian komponen sambungan untuk menghilangkan kebocoran. Dengan meningkatnya kekeruhan air gambut, dilakukan pretreatment dan pembersihan membran untuk menurunkan beban filtrasi. Selain kendala teknis, mitra juga harus dilatih untuk menerapkan SOP pengoperasian dan pemeliharaan. Permasalahan tersebut diatasi melalui pendampingan, pelatihan bagi petugas untuk menjalankan operasi, serta penyederhanaan SOP sehingga Karang Taruna dapat mengoperasikan dan memelihara sistem secara mandiri. Temuan hasil evaluasi kemudian diterapkan untuk memperbaiki SOP agar pedoman operasional menjadi lebih terarah dan disesuaikan dengan kapasitas komunitas tertentu tersebut. Seperti disebutkan sebelumnya, program ini bersifat berkelanjutan dan pendampingan yang terus-menerus sangat penting karena ukuran keberhasilan historis program layanan tidak hanya didasarkan pada tersedianya peralatan, tetapi juga memerlukan pendampingan mitra untuk menggunakan teknologi tersebut agar berfungsi setelah berakhirnya sumber pendanaan yang layak.



Gambar 4. Pendampingan pengoperasian alat: (a) Pelatihan pencucian (backwash) rangkaian alat filtrasi; (b dan c) Pengencangan sambungan untuk menghindari kebocoran

### 5. Penguatan kelembagaan dan keberlanjutan program

Tahap keberlanjutan bertujuan untuk meningkatkan Karang Taruna sebagai pengelola layanan air bersih berbasis desa. Hal ini dilakukan dengan membagi struktur pengelolaan, menyusun SOP, rencana operasi dan pemeliharaan, serta mekanisme pendanaan untuk memungkinkan sistem beroperasi. Selain itu, program ini juga bertujuan untuk diintegrasikan dengan kegiatan sosial desa sehingga pengelolaan air bersih menjadi bagian dari layanan publik.

Salah satu strategi untuk menjaga keberlanjutan sistem adalah pembentukan Kelompok Kerja (POKJA) untuk Pengelolaan Air Bersih/Air Minum di Panca Desa. POKJA diharapkan dapat memperjelas tanggung jawab dalam mengoperasikan, memelihara, mencatat, dan mendistribusikan air kepada masyarakat. Model pengelolaan ini membuktikan bahwa inovasi kegiatan tidak hanya terjadi dalam pelaksanaan LCCM berbasis TKKS, tetapi juga melalui integrasi teknologi dengan penguatan institusi masyarakat.

Kegiatan-kegiatan ini berkontribusi pada pengembangan sumber daya manusia dan peningkatan kapasitas, penerapan teknologi, serta penguatan kelembagaan. Perubahan nilai pre-test dan post-test peserta serta kemampuan mereka dalam mengoperasikan sistem menunjukkan pola peningkatan kapasitas. Kualitas air yang lebih baik sesudah filtrasi menjadi indikator keberhasilan teknologi, sedangkan aspek kelembagaan ditandai dengan penguatan peran yang dimainkan oleh Karang Taruna dan terbentuknya mekanisme pengelolaan air bersih berbasis masyarakat. Kombinasi ini menghasilkan sistem pengolahan air gambut yang secara teknis andal, tetapi juga mampu dikelola sendiri dan berkelanjutan bagi masyarakat Desa Panca Desa.

### Kesimpulan

Program Pengabdian Kepada Masyarakat di Panca Desa dengan penerapan Low Cost Ceramic Membrane (LCCM) berbasis Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) telah berhasil

mengintegrasikan penerapan teknologi pengolahan air gambut dan pemberdayaan masyarakat melalui Karang Taruna Desa Panca Desa. Pelaksanaan kegiatan terdiri dari sosialisasi dan pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan, evaluasi serta penguatan keberlanjutan program yang meningkatkan pengetahuan peserta dalam memahami kualitas air gambut dan sistem operasional pengolahan air. Nilai rata-rata pre-test meningkat dari 58,5 menjadi 95,5 pada post-test, yang menunjukkan tingkat pengetahuan yang lebih tinggi, dan penerapan LCCM menunjukkan bahwa kualitas air yang meliputi pH, TDS, kekeruhan, Fe, dan Mn meningkat setelah filtrasi. Selain aspek teknis, program ini juga memperkuat Karang Taruna sebagai aktor pengelola layanan air bersih di masyarakat dengan menerapkan SOP, pendampingan operasional, dan penguatan kelembagaan. Penerapan teknologi LCCM berbasis TKKS merupakan teknologi yang berpotensi tepat guna untuk mendukung perairan gambut dan meningkatkan pengelolaan air bersih dan air minum secara berkelanjutan sehingga dapat meningkatkan kemandirian masyarakat.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemdiktisaintek) Republik Indonesia atas dukungan pendanaan melalui Program Skema Pengabdian Kemitraan Masyarakat (PKM) Tahun Anggaran 2026, No. Kontrak Induk 205/C3/DT.05.00/PM/2026 tanggal 13 April 2026. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Universitas Tamansiswa Palembang serta mitra Karang Taruna dan masyarakat Desa Panca Desa atas dukungan, partisipasi, dan kerja sama dalam pelaksanaan kegiatan ini.

### Daftar Pustaka

- [1] M. Qadafi, D. R. Wulan, S. Notodarmojo, and Y. Zevi, "Characteristics and treatment methods for peat water as clean water sources: A mini review," *Water Cycle*, vol. 4, no. February, pp. 60–69, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2023.02.005>.
- [2] A. F. Faputri and I. A. Setiorini, "Pembuatan membran keramik berbahan dasar tanah liat, serbuk daun kelor, dan arang aktif untuk menurunkan kekeruhan dan meningkatkan nilai pH sampel air Sungai Musi," *J. Innov. Res. Knowl.*, vol. 2, no. 10, pp. 4285–4294, Apr. 2023, doi: <https://doi.org/10.53625/jirk.v2i10.5471>.
- [3] S. Salsabilah, E. Safara, Y. Yuliani, M. A. Rukhiyat, M. Muhaimin, V. Febriansyah, S. Asfarina, "Pengembangan Alat Berbasis Membran Keramik Untuk Filtrasi Air bersih Di Kota Bima," *SEWAGATI J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 71–76, 2024, doi: <https://doi.org/10.61461/sjpm.v3i2.71>.
- [4] A. Rachmaini, E. Jumiati, and M. Masthura, "Pengaruh Penambahan Suhu Sintering Terhadap Karakteristik Keramik Berpori Berbahan Biji Salak Dan Clay," *CHEDS J. Chem. Educ. Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 21–24, 2024, doi: <https://doi.org/10.30743/cheds.v8i1.8926>.
- [5] M. W. Hakami, A. Alkhudhiri, S. Al-Batty, M. P. Zacharof, J. Maddy, and N. Hilal, "Ceramic microfiltration membranes in wastewater treatment: Filtration behavior, fouling and prevention," *Membranes (Basel)*, vol. 10, no. 9, pp. 1–34, 2020, doi: <https://doi.org/10.3390/membranes10090248>.
- [6] S. Sisnayati, T. Aprianti, R. Komala, M. K. Yusya, and M. Faizal, "Pengolahan Air Gambut Menjadi Air Bersih Menggunakan Teknologi Nanofiltrasi Membran Keramik,"



- J. Din. Penelit. Ind.*, vol. 33, no. 1, pp. 90–101, 2022.
- [7] S. Sisnayati, D. Putri Yuniarti, R. Komala, S. Hatina, D. Sari Dewi, and E. Winoto, “Pengolahan air permukaan menjadi air bersih menggunakan teknologi membran di Kelurahan Talang Betutu Palembang,” *J. Pengabd. Masy. Pamong*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2022.
- [8] N. Fitriana and M. Rahmayanti, “Aplikasi Membran Filter Keramik Untuk Menurunkan Konsentrasi Zat Warna Remazol Red dan Nilai COD Limbah Cair Batik,” *Al-Kimia*, vol. 8, pp. 159–167, 2020, doi: <https://doi.org/10.24252/al-kimiav8i2.15932>.
- [9] S. Sisnayati *et al.*, “From biomass to clean water : Sustainable integration of low cost ceramic membranes for peat water treatment,” *J. Ecol. Eng.*, vol. 27, no. 3, pp. 157–170, 2026, doi: DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/212624>.
- [10] A. Nourira, M. Ben Hamden, M. Sayehi, and I. Bekri-abbes, “Transforming Waste to Water Filters : A Mini-Review of Ceramic Membranes from Upcycled Materials,” *Waste*, vol. 3, no. 29, 2025.
- [11] M. H. S. Putra, K. A. Kurniawan, and M. Syallaby, “Community-based rainwater harvesting and simple water treatment system to improve domestic water security in rural Indonesia,” *GIAT Teknol. untuk Masy.*, vol. 5, no. 1, pp. 23–32, 2026, doi: <https://doi.org/10.24002/giat.v5i1.14241>.
- [12] S. Sisnayati, M. Said, S. Nasir, D. P. Priadi, M. Faizal, and T. Aprianti, “Effect of activated carbon made from oil palm empty-fruit bunch and iron oxide powder on the performance of ceramic membrane,” *Open Ceram.*, vol. 13, pp. 101–104, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceram.2023.100335>.

