

Implementasi Teknologi Elektrolisis dan Pemanen Air Hujan Dalam Mendukung Penyediaan Air Minum dan Konservasi Sumber Daya Air di Sekolah Generasi Mulia, Kabupaten Banyumas

Afik Hardanto^{*1}, Seha², Ulil Afwa³

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

²Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

³Program Studi Hukum, Fakultas Hukum, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

*e-mail: afik.hardanto@unsoed.ac.id¹, seha@unsoed.ac.id², ulil.afwa@unsoed.ac.id³

Abstrak

Wali murid Sekolah Generasi Mulia yang menjadi mitra kegiatan kami, berlokasi di Kabupaten Banyumas, Propinsi Jawa Tengah. Pada saat ini, mitra memenuhi kebutuhan air minum melalui pembelian air isi ulang, sedangkan air hujan memiliki potensi sebagai sumber air minum meskipun pH nya rendah (berkisar 5-6). Selain itu, mitra belum memahami kaitan antara air hujan dan konservasi sumber daya air. Tujuan program pengabdian adalah meningkatkan pemahaman terkait pemanfaatan air hujan sebagai sumber air baku minum dan konservasi sumber daya air melalui teknologi elektrolisis dan Pemanen Air Hujan (PAH). Metode dilakukan dengan diseminasi teknologi dan pelatihan. Berdasarkan hasil diseminasi teknologi, metode elektrolisis mampu menaikkan pH air hujan dari 6,4 menjadi 9 dalam waktu sekitar 21 jam. Sedangkan, teknologi PAH mampu menjaga pengisian air tanah melalui drainase vertikal. Selain itu, Peningkatan pemahaman mitra terhadap teknologi mengalami peningkatan signifikan (32% menjadi 95%). Pemahaman mitra terhadap teknologi yang dikenalkan merupakan faktor penting dalam mendukung optimalisasi pemanfaatan air hujan dan keberhasilan konservasi sumber daya air di daerah kawasan pemukiman.

Kata kunci: Air hujan, Elektrolisis, Konservasi, PAH, Sumber daya air

Abstract

Our partner's program, the parents of Generation Mulia School's students, live in Banyumas Regency, Central Java Province. Currently, our partners address drinking water needs by purchasing refillable water. However, rainwater has the potential for drinking water despite its relatively low pH level (i.e. around 5-6). Furthermore, our partner have been understood about correlation between rainwater and water resierces conservation yet. The service program promotes awareness about using rainwater and conserving water resources through electrolysis technology and Rainwater Harvesting (PAH). The service's program is achieved through technology dissemination and training. Based on electrolysis desimination, the pH of rainwater can be increased from 6.4 to 9 during around 21 hours. Additionally, PAH technology plays a key role in maintaining groundwater replenishment through vertical drainage. As a result, the partners' understanding of the introduced technology has significantly increased, from 32% to 95%. Enhancing public awareness is critical in supporting the optimal utilization of rainwater and ensuring the success of water resource conservation in residential areas.

Keywords: Conservation, Electrolysis, Rain harvesting, Rain water, Water resources

1. PENDAHULUAN

Calon mitra program kegiatan pengabdian masyarakat adalah wali murid sekolah Generasi Mulia yang berada dibawah Yayasan Generasi Ayah Bunda (YGAB) dan bergerak dibidang Pendidikan dan Sosial Kemasyarakatan. YGAB berdiri sejak tahun 2019 berdasarkan Akta Notaris Guntur Supriyadi, SH, Nomor 13 Tanggal 18 Oktobver 2019. Lokasi mitra berada di RT 06/RW 01 Desa Karanggintung, Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas. Kegiatan pendidikan terdiri dari Taman Kanak-kanak (TK), Sekolah Dasar (SD) dan Taman Pendidikan Al-Qur'an (TPQ) Generasi Mulia. Fasilitas gedung yang dimiliki mitra adalah bekas lahan terbuka sehingga terjadi konversi dari lahan terbuka menjadi bangunan. Selain itu, pemenuhan air minum dicukupi melalui pembelian air isi ulang.

Konversi lahan terbuka menjadi kawasan pemukiman akan mengurangi besarnya pengisian air tanah secara signifikan sehingga diperlukan usaha konservasi sumber daya air [1], [2]. Kegiatan urbanisasi memiliki dampak, salah satunya adalah perubahan tutupan lahan. Perubahan alih fungsi lahan terutama pada daerah urban terjadi sangat signifikan secara global dan juga beberapa wilayah di Indonesia [3], [4], [5]. Kota Tangerang dilaporkan terjadi alih fungsi lahan sebesar 231% dalam kurun waktu tiga dekade terakhir sedangkan di Kabupaten Banyumas terjadi peningkatan kawasan pemukiman sebesar 18,7% dalam kurun waktu 1 dekade terakhir [6], [7]. Hardanto [1] melaporkan bahwa pada kawasan pemukiman, laju infiltrasi tertinggi terjadi pada lahan perkebunan kemudian diikuti dengan halaman perumahan dan kawasan pertanian. Halaman perumahan didominasi oleh lapisan kedap air (*impermeable*) seperti keramik, lapisan aspal, plester semen, dll sehingga menyebabkan rendahnya pengisian air tanah [8], [9], [10]. Desain bangunan dan kawasan di Indonesia sebagian besar tidak dilengkapi dengan sumur resapan, sehingga air hujan yang jatuh pada atap rumah langsung dialirkan ke dalam saluran drainase dan menuju ke sungai sehingga tidak memungkinkan terjadi pengisian air tanah. Apabila pada kawasan pemukiman dilakukan usaha-usaha konservasi seperti pembuatan biopori, pemasangan drainase vertikal, dan penanaman pepohonan maka akan mampu mengurangi terjadinya aliran permukaan secara signifikan dan memungkinkan terjadinya peningkatan pengisian air tanah [11], [12], [13], [14], [15].

Teknologi Pemanen Air Hujan (PAH), merupakan salah satu teknologi sederhana dengan mengoptimalkan pemanfaatan air hujan yang ditangkap oleh atap rumah dan membuang kelebihan menjadi cadangan air tanah melalui instalasi drainase vertikal [1], [16]. Beberapa usaha konservasi sumber daya air bisa dilakukan dengan teknologi PAH, drainase vertikal, rekayasa tutupan lahan, biopori, dll secara sendiri ataupun dikombinasikan telah diuji cobakan di beberapa wilayah di Indonesia dan memberikan dampak yang signifikan terhadap sumber daya air khususnya air tanah [1], [17], [18], [19], [20], [21].

Meningkatnya pertumbuhan penduduk juga diikuti oleh kebutuhan domestik, salah satunya air minum [22], [23], [24]. Jumlah penduduk dunia saat ini mencapai 8,16 miliar orang, sedangkan Indonesia menempati urutan ke-4 atau sekitar 3,47% dari jumlah penduduk dunia [25]. Kebutuhan air bersih khususnya air minum terutama di daerah urban semakin sulit karena meningkatnya pencemaran air permukaan maupun air tanah [26], [27]. Proses pemasakan air minum juga membutuhkan energi baik itu listrik, gas elpiji, ataupun bahan bakar lainnya. Oleh karena itu dibutuhkan alternatif lain berupa sumber air yang layak minum dan proses hemat energi. Air hujan memiliki potensi karena memiliki sifat kimia dan fisik yang layak minum seperti pH, Total Dissolved Solid (TDS), dll [1]. Meskipun demikian, air hujan juga memiliki sifat asam dengan pH antara 5-6 sehingga diperlukan proses menaikkan pH agar layak dikonsumsi. Teknologi elektrolisis merupakan salah satu teknologi sederhana dengan memanfaatkan aliran elektron antar elemen (Katoda-Anoda) sehingga akan memisahkan air basa dan asam [28].

Berdasarkan kondisi lokasi mitra, yaitu konservasi sumber daya air dan pemenuhan air minum maka tujuan kegiatan pengabdian masyarakat fokus pada tingkat pemahaman mitra terhadap usaha konservasi sumber daya air dan optimalisasi pemanfaatan air hujan menjadi air layak minum. Teknologi PAH dan elektrolisis akan diperkenalkan kepada mitra sebagai salah satu alternatif dari kedua permasalahan tersebut.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian masyarakat terdiri dari dua tahapan yaitu diseminasi teknologi dan pelatihan. Pengukuran peningkatan pemahaman mitra terhadap teknologi yang akan diimplementasikan yaitu dilakukan *pre-* dan *post-test*. Diseminasi teknologi dilakukan dengan memberikan percontohan teknologi yang diimplementasikan. Sedangkan pelatihan dilakukan dengan memberikan latihan pembuatan dan instalasi teknologi langsung kepada mitra. Kedua tahapan tersebut diimplementasikan untuk meningkatkan aspek afektif sekaligus psikomotorik mitra. Peningkatan pengetahuan sekaligus pemahaman serta ketrampilan karena ikut terlibat dalam kegiatan implementasi teknologi. Secara keseluruhan,

waktu kegiatan pengabdian dilaksanakan selama empat bulan yaitu dari bulan Juni sampai dengan September 2024. Kegiatan pengabdian dilaksanakan di masjid Baitul Kariim Karanggingintung yang merupakan kompleks Sekolah Generasi Mulia. Sedangkan kegiatan diseminasi teknologi dilakukan pada salah satu bangunan dari mitra kegiatan. Peserta yang terlibat dalam kegiatan berjumlah 40 orang wali murid.

Pengukuran evaluasi dengan menggunakan *pre-* dan *post-test* dilakukan pada dua pertemuan dengan masing-masing menggunakan kuisioner. Kuisioner meliputi pilihan ganda terkait dengan tingkat pemahaman dan juga penjelasan dalam bentuk *essay* terbatas. Kuisioner yang digunakan pada tahapan *pre-* dan *post-test* adalah sama dengan 5 soal pilihan berganda tentang tingkat pemahaman ataupun kecenderungan dengan menggunakan skala likert 1-5. Salah satu contoh pertanyaan tentang pengetahuan mitra terhadap krisis air secara global dan lokal dengan pilihan skala likert 1 (sangat tidak tahu), 2 (tidak mengetahui), 3 (agak mengetahui), 4 (mengetahui), dan 5 (sangat mengetahui). Analisis data dilakukan dengan melakukan interpretasi skor perhitungan yaitu dengan melihat skor tertinggi dan terendah terhadap jumlah responden kemudian disajikan dalam grafik likert berdasarkan rumus index % [29]. Tingkat keberhasilan program diinterpretasikan melalui prosentase perubahan dari setiap tolak ukur yang digunakan pada *pre-* dan *post-test*.

Pada kegiatan pertama dilakukan *pre-test* dan pelatihan mengenai pentingnya sumber daya air dan optimalisasi potensi air hujan. Kegiatan dilakukan pada tanggal 18-20 Juni 2024. *Pre-test* terdiri dari lima pertanyaan pilihan (skala *likert*) dan satu *essay*. Pertanyaan terdiri atas pengetahuan permasalahan sumber daya air, usaha konservasi sumber daya air, optimalisasi pemanfaatan air hujan, dan keinginan mitra dalam mengadopsi teknologi. Kegiatan kemudian dilanjutkan dengan instalasi teknologi PAH dan elektrolisis pada tanggal 3-4 Agustus 2024. Instalasi dilakukan secara non-permanen untuk memudahkan pada saat kegiatan diseminasi bersama mitra.

Tahap diseminasi dilakukan pada tanggal 8-10 Agustus 2024. Pada tahap tersebut, teknologi dipasang agar mitra bisa mendapatkan visualisasi terhadap teknologi yang dimaksud. Setelah diseminasi, maka dilakukan pelatihan kepada mitra sekaligus penyuluhan dan *post-test* yang dilaksanakan pada tanggal 7 September 2024. Tolak ukur keberhasilan kegiatan apabila terjadi peningkatan pemahaman dan keinginan mitra terhadap sumber daya air, konservasi, dan pemanfaatannya sehingga mitra minimal memiliki keinginan untuk mengadopsi pengetahuan dan teknologi yang dikenalkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengenalan program dan interaksi awal dengan mitra

Kegiatan program pengabdian didahului dengan interaksi awal bersama mitra dengan mengenalkan program dan melakukan eksplorasi pengetahuan mitra terhadap konservasi sumber daya air serta pemanfaatan potensi air hujan melalui penyuluhan pertama yang dilakukan pada Tanggal 20 Juni 2024 (Gambar 1). Mitra yang hadir pada pertemuan didominasi oleh ibu-ibu (95%) dengan usia antara 35-40 tahun dan merupakan keluarga muda (Tabel 1). Kaum perempuan merupakan aktor penggerak dalam keberhasilan program sosial khususnya konservasi lingkungan [30].

Tabel 1. Profil partisipasi mitra dalam kegiatan pengabdian

No	Variabel	Jumlah	Prosentase
1	Jenis kelamin		
	a. Laki-laki	2	5
	b. Perempuan	38	95
2	Usia (tahun)		
	a. <35	3	8
	b. 35-40	32	80
	c. >40	5	13

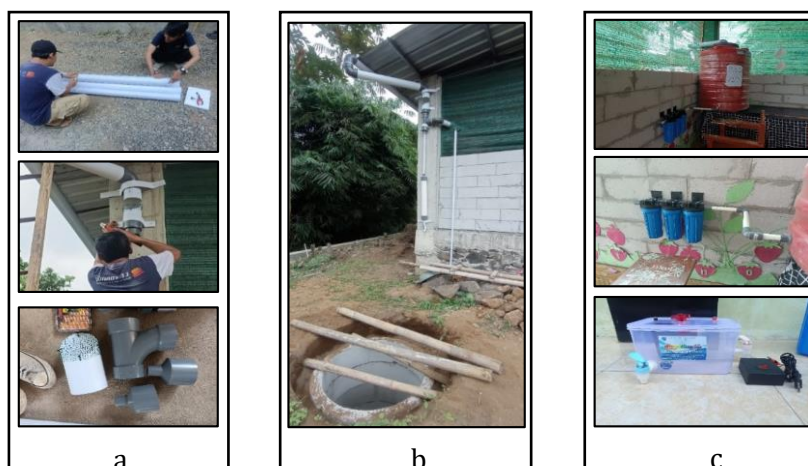
3	Jumlah anggota keluarga (orang)		
a.	≤ 3	7	18
b.	4-5	31	78
c.	>5	2	13



Gambar 1. Penyuluhan pertama sekaligus dilakukan *pre-test* terkait dengan pengetahuan permasalahan sumber daya air, usaha konservasi sumber daya air, dan optimalisasi pemanfaatan air hujan

Diseminasi teknologi PAH dan elektrolisis

Diseminasi teknologi merupakan salah satu metode yang bisa memberikan gambaran nyata terhadap pengetahuan baru bagi mitra. Keberhasilan peningkatan pengetahuan juga didapatkan pada usaha revolusi karbon footprint di Afrika untuk mengurangi emisi gas rumah kaca [31]. Oleh karena itu, pada pengabdian masyarakat juga dilakukan diseminasi teknologi yaitu dengan melakukan instalasi teknologi PAH dan elektrolisis di lokasi mitra (Gambar 2). Diseminasi meliputi persiapan dan instalasi PAH, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan drainase vertikal dengan lebar sumur 80 cm dengan kedalaman sekitar 3 m. Luas atap bangunan yang dimiliki mitra yaitu seluas sekitar 50 m², apabila terjadi hujan agak lebat (sekitar 50 mm/hari) maka akan terdapat sekitar 2.500 liter air. Penampungan air hujan yang dipasang adalah sebesar 500 liter sehingga masih terdapat sekitar 2.000 liter yang akan dimasukkan ke dalam sumur resapan yang memiliki volume sekitar 1.500 liter. Apabila kemampuan infiltrasi sebesar 25 mm, maka air hujan yang tertangkap pada atap gedung akan mampu ditampung dalam tangka penyimpanan air hujan dan kelebihan disimpan dalam tanah melalui sumur resapan. Penggunaan sumur resapan juga mampu menurunkan drainase pada daerah perkotaan sampai sekitar 40%, hal ini akan sangat penting dalam usaha konservasi sumber daya air karena pengisian air tanah terjadi secara optimal dan akan bisa dilakukan pemanenan air tanah pada saat musim kemarau tiba [32].



Gambar 2. Diseminasi Teknologi PAH dan Elektrolisis kepada mitra yang terdiri dari: (a) persiapan dan instalasi PAH, (b) teknologi PAH termasuk drainase vertikal yang sudah terpasang di lokasi mitra, dan (c) *rain water storage*, proses filtrasi, dan elektrolisis

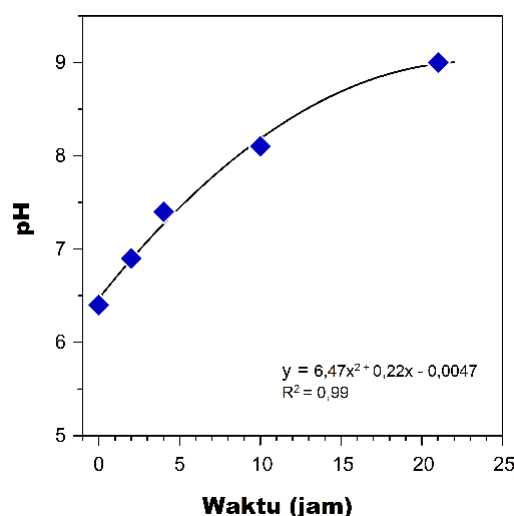
Pelatihan teknologi berdampak pada peningkatan pengetahuan dan motivasi mitra

Setelah teknologi PAH dan elektrolisis sudah terpasang, maka tahap selanjutnya yaitu melakukan pelatihan kepada mitra dengan mengenalkan bagian, proses, dan perawatan teknologi. Meskipun sederhana tetapi melihat kondisi mitra yang bervariasi maka diperlukan penjelasan secara detail dan sederhana (Gambar 3). Pada pelatihan teknologi PAH, mitra antusias mengikuti dan mendengarkan penjelasan yang disampaikan oleh tim pengabdian. Pertanyaan yang muncul sebagian besar permasalahan teknis dan biaya. Secara garis besar, teknologi PAH terdiri dari lima bagian, yaitu: (i) *roof top* yang berfungsi sebagai daerah *catchment area* yaitu penangkap air hujan, (ii) talang dan filter kasar yang berfungsi menyalurkan air dan membersihkan air dari kotoran berdimensi besar seperti daun dan seresah yang mungkin menjadi material ikutan bersama air hujan, (iii) semi-otomatis pipa, yaitu bagian yang mengatur agar air hujan pada sekitar 20 menit pertama bisa terbuang karena air tersebut masih mengandung kotoran, keruh, dan tingkat asam nya relative tinggi. Bagian tersebut terbuat dari pipa kecil sebagai *outlet* nya dan diberi bola plastic yang berfungsi sebagai penyumbat aliran yang diatur sedemikian rupa agar membuang air hujan awal dan mengarahkan air hujan berikutnya ke tangka penyimpanan, (iv) filter halus dan tangka penyimpanan yang berfungsi sebagai penyaring debu halus sebelum masuk ke tangka penyimpanan, dan (v) sumur resapan yang menampung kelebihan air hujan yang berada diatas kemampuan tangka penyimpanan air hujan. Sumur resapan digunakan sebagai pengisian air tanah.



Gambar 3. Pelatihan dan diseminasi teknologi PAH dan elektrolisis yang diikuti oleh mitra

Teknologi elektrolisis yang dicobakan memiliki kapasitas 3 liter dengan menggunakan stainless steel food grade dan arus DC 12 volt. Teknologi sederhana tersebut mampu menaikkan pH air hujan dari sekitar 6,4 menjadi 9 dalam kurun waktu sekitar 21 jam (Gambar 4). Kemampuan alat dalam meningkatkan pH juga dipengaruhi oleh jenis material dan besarnya beda potensial yang digunakan serta volume air [33], [34].

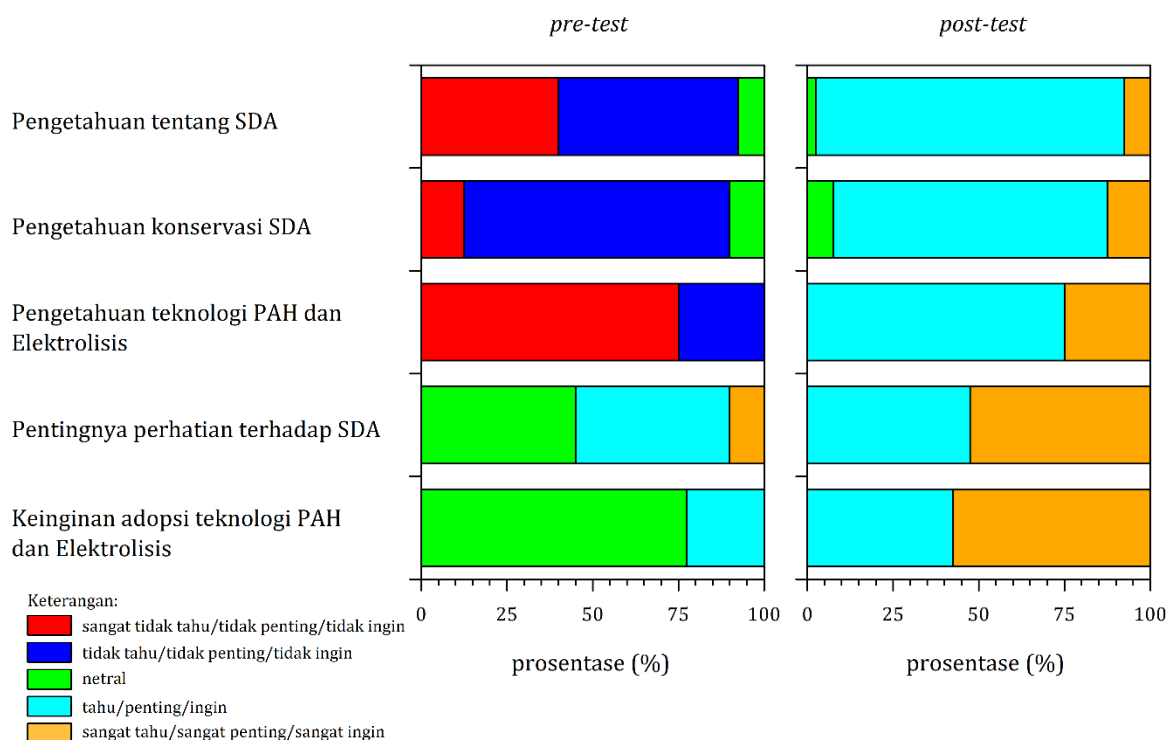


Gambar 4. Waktu yang dibutuhkan teknologi elektrolisis dalam meningkatkan nilai pH air hujan

Keberhasilan kegiatan pengabdian bisa dilihat dari hasil *post-test* yang dilakukan pada penyuluhan kedua (Gambar 5). Berdasarkan dari hasil instrumen ukur *post-test* terlihat bahwa peningkatan pengetahuan mitra terkait dengan sumber daya air, konservasi dan teknologi yang diimplementasikan mengalami kenaikan yang signifikan. Pada saat sebelum dilakukan penyuluhan, diseminasi teknologi dan pelatihan, mitra mengalami kesulitan dalam menjawab dan sebagian besar menyatakan sangat tidak tahu sampai tidak tahu meskipun mitra memiliki keyakinan bahwa alam harus dijaga. Terkait dengan pemanfaatan teknologi, mitra masih belum menentukan sikapnya (Gambar 6). Pada aspek penilaian dan motivasi untuk mengadopsi teknologi, mitra masih netral dan cenderung menyatakan bahwa usaha konservasi itu penting dan termotivasi meskipun jumlahnya kurang dari 25%. Apabila dilihat berdasarkan hasil *post-test*, mitra mengalami kenaikan signifikan pada pengetahuan, penilaian dan motivasi sebesar hampir 95%. Motivasi menggunakan teknologi yang dikenalkan memiliki nilai tertinggi apabila dibandingkan dengan yang lain. Keberhasilan metode diseminasi dan pelatihan dalam meningkatkan pengetahuan juga didapatkan pada kegiatan pengabdian masyarakat di Desa Kaliori, Banyumas [35].



Gambar 5. Penyuluhan kedua sekaligus dilakukan *post-test* untuk mengukur peningkatan pemahaman dan keinginan mitra dalam mengadopsi teknologi PAH dan elektrolisis



Gambar 6. Peningkatan tingkat pemahaman dan keinginan mitra kaitannya dengan konservasi SDA dan optimalisasi potensi air hujan melalui teknologi PAH dan Elektrolisis (skala likert

4. KESIMPULAN

Teknologi PAH dan elektrolisis merupakan teknologi sederhana tetapi memiliki fungsi yang penting dalam usaha konservasi sumber daya air terutama di daerah urban, selain itu juga mampu meningkatkan kualitas air hujan terutama pada peningkatan pH air. Metode diseminasi dan pelatihan kepada mitra memberikan dampak positif terhadap peningkatan pengetahuan, penilaian dan motivasi dalam mengadopsi teknologi. Model pendekatan tersebut bisa diadopsi untuk jenis teknologi lain dalam kegiatan pengabdian masyarakat. Keberhasilan program konservasi dan penyediaan air minum, perlu didukung oleh semua pihak terutama pengambil kebijakan seperti kebijakan pembangunan gedung yang berasal dari kawasan terbuka harus memperhatikan kaidah-kaidah konservasi sumber daya air. Peran kaum perempuan dalam usaha konservasi sumber daya air juga memegang peran penting pada lingkup keluarga dan masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada keluarga besar Sekolah Generasi Mulia yang sudah bersedia menjadi mitra kegiatan pengabdian. Kepada Saudara Benino dan Fifi yang membantu pelaksanaan kegiatan pengabdian sehingga bisa terlaksana dengan baik. Terimakasih kepada LPPM Unsoed yang sudah memberikan pendanaan melalui skema Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) Penerapan IPTEKs BLU Unsoed tahun 2024 dengan nomor kontrak 26.4/UN23.35.5/PT.01/II/2024..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Hardanto, A. Mustofa, and Ardiansyah, "Rain Water Harvesting Technology: Drinking water fulfillment and water conservation nearby landfill area," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 1155, no. 1, p. 012011, Mar. 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1155/1/012011.
- [2] A. R. Noori and S. K. Singh, "Rainfall Assessment and Water Harvesting Potential in an Urban area for Artificial Groundwater Recharge with Land Use and Land Cover Approach," *Water Resour Manage*, vol. 37, no. 13, pp. 5215–5234, Oct. 2023, doi: 10.1007/s11269-023-03602-0.
- [3] S. Gaur and R. Singh, "A Comprehensive Review on Land Use/Land Cover (LULC) Change Modeling for Urban Development: Current Status and Future Prospects," *Sustainability*, vol. 15, no. 2, Art. no. 2, Jan. 2023, doi: 10.3390/su15020903.
- [4] A. E. Pravitasari *et al.*, "Dynamics and Predictions of Urban Expansion in Java, Indonesia: Continuity and Change in Mega-Urbanization," *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 13, no. 3, Art. no. 3, Mar. 2024, doi: 10.3390/ijgi13030102.
- [5] B. S. Wiwoho, S. Phinn, and N. McIntyre, "Two Decades of Land-Use Dynamics in an Urbanizing Tropical Watershed: Understanding the Patterns and Drivers," *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 12, no. 3, Art. no. 3, Mar. 2023, doi: 10.3390/ijgi12030092.
- [6] L. Kusumawati, S. Sadam, S. Hidayat, and Z. Furqon, "Peningkatan Alih Fungsi Lahan Menjadi Pemukiman Di Kota Tangerang Selatan yang Berdampak pada Timbulnya Urban Sprawl," *Jurnal Tata Kota dan Daerah*, vol. 16, no. 1, Art. no. 1, Jul. 2024, doi: 10.21776/ub.takoda.2024.016.01.3.
- [7] R. H. Nugroho, E. F. Rini, and M. J. Rahayu, "Analisis perubahan penutup lahan Kabupaten Banyumas menggunakan Citra Satelit Landsat," *Jur. Reg. Jur. Pemb. Wil. dan Perenc. Part.*, vol. 18, no. 1, p. 51, Jan. 2023, doi: 10.20961/region.v18i1.53310.
- [8] F. S. Islami, T. W. Setiati, and A. Ardani, "Evaluasi Tata Guna Lahan Kawasan Permukiman Di Daerah Reklamasi Rawa (Studi Kasus: Kawasan Jakabaring Palembang)," *Jurnal*

- Desiminasi Teknologi*, vol. 10, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2022, doi: 10.52333/destek.v10i1.859.
- [9] L. Lassabatere *et al.*, "Effect of the settlement of sediments on water infiltration in two urban infiltration basins," *Geoderma*, vol. 156, no. 3, pp. 316–325, May 2010, doi: 10.1016/j.geoderma.2010.02.031.
- [10] H. F. Taşkın and G. Manioğlu, "Evaluation of the impact of land use ratios and cover materials in settlement design on stormwater runoff," *Land Use Policy*, vol. 146, p. 107314, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.landusepol.2024.107314.
- [11] L. Bahunta and R. S. B. Waspodo, "Rancangan Sumur Resapan Air Hujan sebagai Upaya Pengurangan Limpasan di Kampung Babakan, Cibinong, Kabupaten Bogor," *JSIL*, vol. 4, no. 1, pp. 37–48, Apr. 2019, doi: 10.29244/jsil.4.1.37-48.
- [12] S. Harris, "Peran Serta Masyarakat Dalam Menjaga Keberlangsungan Air Tanah Di Perkotaan Dengan Sistem Sumur Resapan," vol. 3, no. 3, 2010. doi: [10.30998/faktorexacta.v3i3.32](https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v3i3.32)
- [13] Y. D. Suwandari, M. Mirnayani, and N. Nabila, "Sosialisasi dan Pembuatan Biopori," *Jurnal Pengabdian West Science*, vol. 3, no. 06, Art. no. 06, Jun. 2024, doi: 10.58812/jpws.v3i06.1213.
- [14] A. Martina, W. Lestari, T. M. Linda, N. N. Wahibah, and V. J. Julita, "Teknologi Biopori: Solusi Kawasan Rawan Genangan dan Eduwisata Di Desa Wisata Alam Sungai Mesjid Kota Dumai," *Logista - Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 7, no. 1, Art. no. 1, Jun. 2023, doi: 10.25077/logista.7.1.21-25.2023.
- [15] Y. Chen *et al.*, "Variability analysis and the conservation capacity of soil water storage under different vegetation types in arid regions," *CATENA*, vol. 230, p. 107269, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.catena.2023.107269.
- [16] L. Elgert, P. Austin, and K. Picchione, "Improving water security through rainwater harvesting: a case from Guatemala and the potential for expanding coverage," *International Journal of Water Resources Development*, vol. 32, no. 5, pp. 765–780, Sep. 2016, doi: 10.1080/07900627.2015.1104499.
- [17] N. Mawaddah, R. Utami, M. Fajar, N. P. Alifa, and F. N. Awan, "Pembuatan Sumur Resapan Air Hujan Dan Lubang Resapan Biopori Di Desa Sukoharjo, Pringsewu," *Jurnal Pengabdian Pendidikan Masyarakat (JPPM)*, vol. 4, no. 2, Art. no. 2, Oct. 2023, doi: 10.52060/jppm.v4i2.1258.
- [18] R. S. Alim, M. Zulkifli, R. Taufik, A. Ratnasari, M. Huda, and N. Nasrudin, "Penerapan Lubang Resapan Biopori Pada Lahan Pertanian Terbatas di Wilayah Gunung Roay Tasikmalaya," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) TABIKPUN*, vol. 5, no. 2, Art. no. 2, Aug. 2024, doi: 10.23960/jpkmt.v5i2.174.
- [19] F. Z *et al.*, "Pembuatan Lubang Biopori Guna Meningkatkan Resapan Air Hujan Di Dusun Satu A Desa Banjar," *Jurnal Garuda Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 2, Art. no. 2, Sep. 2024, doi: 10.55537/gabdimas.v2i2.921.
- [20] G. P. Artiani, A. P. Rodji, S. M. Sihombing, Y. P. Arga, and G. Pribadi, "Perencanaan Sumur Resapan Untuk Pengendalian Banjir Di Wilayah Kecamatan Pasar Rebo, Jakarta Timur," *Abdimas Galuh*, vol. 5, no. 2, Art. no. 2, Sep. 2023, doi: 10.25157/ag.v5i2.10195.
- [21] S. Sudiro, C. D. Wulandari, H. Setyobudiarso, and H. S. W. Sunarwadi, "Pemberdayaan Masyarakat Untuk Konservasi Air Di Desa Ganjaran, Kabupaten Malang," *Proficio*, vol. 5, no. 2, Art. no. 2, Jun. 2024, doi: 10.36728/jpf.v5i2.3646.
- [22] E. Savelli, M. Mazzoleni, G. Di Baldassarre, H. Cloke, and M. Rusca, "Urban water crises driven by elites' unsustainable consumption," *Nat Sustain*, vol. 6, no. 8, pp. 929–940, Aug. 2023, doi: 10.1038/s41893-023-01100-0.
- [23] M. Salehi, "Global water shortage and potable water safety; Today's concern and tomorrow's crisis," *Environment International*, vol. 158, p. 106936, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.envint.2021.106936.

-
- [24] S. L. Weston, A. Scheili, S. Behmel, and M. J. Rodriguez, "Water quality in drinking water distribution systems: research trends through the 21st century," *Environ. Sci.: Water Res. Technol.*, vol. 8, no. 12, pp. 3054–3064, Nov. 2022, doi: 10.1039/D2EW00491G.
- [25] Worldometers, "World Population Clock: 8.2 Billion People (LIVE, 2024) - Worldometer." Accessed: Sep. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.worldometers.info/world-population/>
- [26] Ahmad Iqbal Addzikri and Firra Rosariawari, "Analisis Kualitas Air Permukaan Sungai Brantas Berdasarkan Parameter Fisik dan Kimia," *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 2, no. 3, pp. 550–560, Jun. 2023, doi: 10.55123/insologi.v2i3.1981.
- [27] K. Sugianti, D. Mulyadi, and R. Maria, "Analisis Kerentanan Pencemaran Air Tanah Dengan Pendekatan Metode Drastic Di Bandung Selatan" *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, vol. 7, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2017, doi: 10.34126/jlbg.v7i1.91.
- [28] J. Brauns and T. Turek, "Alkaline Water Electrolysis Powered by Renewable Energy: A Review," *Processes*, vol. 8, no. 2, Art. no. 2, Feb. 2020, doi: 10.3390/pr8020248.
- [29] L. South, D. Saffo, O. Vitek, C. Dunne, and M. A. Borkin, "Effective Use of Likert Scales in Visualization Evaluations: A Systematic Review," *Computer Graphics Forum*, vol. 41, no. 3, pp. 43–55, 2022, doi: 10.1111/cgf.14521.
- [30] S. Khan, "Women Empowerment as a Mediator Between Environmental Conservation and Climate Intervention," *IJSDP*, vol. 19, no. 5, pp. 1855–1864, May 2024, doi: 10.18280/ijstdp.190523.
- [31] S. C. Nwokolo, E. E. Eyime, A. U. Obiwulu, and J. C. Ogbulezie, "Exploring Cutting-Edge Approaches to Reduce Africa's Carbon Footprint through Innovative Technology Dissemination," *Trends in Renewable Energy*, vol. 10, no. 1, Art. no. 1, Nov. 2023, doi: 10.17737/tre.2024.10.1.00163.
- [32] L. Netzer, D. Kurtzman, M. Ben-Hur, Y. Livshitz, R. Katzir, and U. Nachshon, "Novel approach to roof rainwater harvesting and aquifer recharge in an urban environment: Dry and wet infiltration wells comparison," *Water Research*, vol. 252, p. 121183, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.watres.2024.121183.
- [33] M. Albornoz, M. Rivera, P. Wheeler, and R. Ramírez, "High Pulsed Voltage Alkaline Electrolysis for Water Splitting," *Sensors*, vol. 23, no. 8, Art. no. 8, Jan. 2023, doi: 10.3390/s23083820.
- [34] K. Park and T. Kim, "Experimental studies on effects of electrode material and voltage on electrolytic decomposition of Hydroxylammonium nitrate solution," *Acta Astronautica*, vol. 216, pp. 267–274, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.actaastro.2024.01.008.
- [35] A. Hardanto, A. Ardiansyah, and A. Mustofa, "Teknologi Pemanen Air Hujan dan Drainase Vertikal," *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)*, vol. 6, no. 4, Art. no. 4, Dec. 2020, doi: 10.22146/jpkm.44906.