PEMBERDAYAAN AGENSI LINGKUNGAN GURU SEKOLAH KEPULAUAN MELALUI PEDAGOGI STREAM BERKELANJUTAN

Mushlihin[1], Aji Sofanudin[2], Sari Narulita[3], Arum Puspita[4], Fadhila Najah Annisa[5]

1,3,4,5 Program Studi Pendidikan Agama Islam, Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

2 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Indonesia

Email: *mushlihin@unj.ac.id*, [email penulis 2]@brin.go.id, [email penulis 3]@unj.ac.id, [email penulis 4]@unj.ac.id, [email penulis 5]@unj.ac.id

Abstract

Pari Island in Jakarta's Thousand Islands faces persistent water scarcity intensified by climate change and seawater intrusion, while the local junior high school produces daily ablution (wudhu) wastewater. Teachers are well placed to address this problem through their teaching practice, yet often lack the pedagogical tools to do so. This community service program aimed to strengthen environmental teacher agency at SMPN Satu Atap 01 Pulau Pari through Sustainable STREAM Pedagogy, a project-based approach integrating science, technology, religion, engineering, arts, and mathematics around membrane filtration for a circular ablution-water system. The program was implemented in three stages: needs mapping, a one-day hands-on training for 30 school principals and teachers, and a post-training evaluation consisting of a satisfaction survey (25 respondents), group-discussion observation, and follow-up interviews. Participants rated the implementation of the activity at 87% and facilitator performance at 93%, and reported a clearer ability to connect water scarcity, membrane technology, and the Islamic values of stewardship (khalifah) and anti-wastefulness (mubazir) in classroom teaching. These findings provide early indications that Sustainable STREAM Pedagogy is a practical and replicable model for building teacher capacity in climate-vulnerable island schools; follow-up is needed to assess its classroom implementation.

Keywords: *Circular Water System; Environmental Teacher Agency; Islamic Values; Membrane Technology; Sustainable STREAM Pedagogy*

Abstrak

Pulau Pari, bagian dari Kepulauan Seribu Jakarta, menghadapi krisis air bersih yang diperparah oleh perubahan iklim dan intrusi air laut, sementara sekolah menengah pertama di pulau tersebut menghasilkan limbah air wudhu setiap hari. Guru berada pada posisi strategis untuk menjawab persoalan ini, tetapi sering belum memiliki perangkat pedagogis yang memadai. Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan memperkuat agensi guru lingkungan (environmental teacher agency) di SMPN Satu Atap 01 Pulau Pari melalui Sustainable STREAM Pedagogy, yaitu pendekatan berbasis proyek yang mengintegrasikan sains, teknologi, agama, teknik, seni, dan matematika dengan teknologi filtrasi membran untuk sistem sirkulasi air wudhu. Program dilaksanakan dalam tiga tahap: pemetaan kebutuhan, pelatihan satu hari bagi 30 kepala sekolah dan guru, serta evaluasi pascapelatihan berupa survei kepuasan (25 responden), observasi diskusi kelompok, dan wawancara tambahan. Peserta menilai pelaksanaan kegiatan sebesar 87% dan kinerja fasilitator sebesar 93%, serta melaporkan pemahaman yang lebih jelas dalam mengaitkan krisis air, teknologi membran, dan nilai keislaman khalifah (kekhalifahan) serta larangan mubazir dalam pembelajaran. Temuan ini memberi indikasi awal bahwa Sustainable STREAM Pedagogy merupakan model yang aplikatif dan dapat direplikasi untuk

membangun kapasitas guru di sekolah kepulauan yang rentan terhadap perubahan iklim; tindak lanjut diperlukan untuk menilai penerapannya di kelas.

Kata Kunci: *Agensi Guru Lingkungan; Nilai Keislaman; Pedagogi STREAM Berkelanjutan; Sistem Air Sirkular; Teknologi Membran*

1. PENDAHULUAN *(Introduction)*

Pulau Pari, bagian dari gugusan Kepulauan Seribu, menghadapi krisis air bersih yang terus memburuk akibat perubahan iklim dan intrusi air laut. SMPN Satu Atap 01 Pulau Pari, sebagai satu-satunya sekolah menengah pertama di pulau tersebut, menghadapi tantangan ganda: keterbatasan pasokan air bersih di satu sisi, dan produksi limbah air wudhu dalam jumlah signifikan dari praktik ibadah harian siswa dan guru di sisi lain. Kondisi ini konsisten dengan temuan bahwa wilayah kepulauan kecil di Indonesia kerap mengalami kelangkaan air meski tampak dikelilingi lautan, karena intrusi air asin menurunkan kualitas sumber air tawar yang jumlahnya memang terbatas (Moko et al., 2022).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa lembaga pendidikan berbasis agama, khususnya pesantren, memiliki potensi besar sebagai pelopor konservasi lingkungan karena nilai-nilai keislaman seperti kekhalifahan (khalifah) dan larangan mubazir telah lama tertanam dalam praktik keagamaan sehari-hari, sebagaimana ditemukan pada praktik konservasi berbasis tasawuf di pesantren ath-Taariq, Jawa Barat (Irawan, 2022). Namun demikian, studi Rohman dan Khotimah (2024) menunjukkan bahwa implementasi praktik keberlanjutan di lembaga pendidikan Islam tradisional masih terhambat oleh kompetensi guru yang tidak merata dalam mengintegrasikan nilai lingkungan ke dalam pembelajaran. Pada sisi lain, pendekatan pembelajaran berbasis proyek telah terbukti secara luas mampu meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar apabila difasilitasi secara memadai oleh guru (Blumenfeld et al., 1991), sementara kerangka STEAM yang menambahkan unsur seni pada STEM terbukti mendorong kreativitas dan pemikiran lintas disiplin, meskipun penerapannya di lapangan masih belum konsisten (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). Kajian-kajian tersebut secara umum masih berjalan terpisah: penelitian tentang pesantren dan lingkungan jarang menyentuh teknologi pengolahan air secara teknis, sementara penelitian STEM/STEAM jarang mengintegrasikan dimensi keagamaan sebagai kerangka etis pembelajaran.

Berdasarkan penelusuran literatur yang dilakukan penulis, kajian yang secara eksplisit memadukan teknologi pengolahan air dengan nilai keislaman dalam kerangka pedagogi lintas disiplin masih terbatas. Kebaruan program pengabdian ini terletak pada integrasi enam disiplin sekaligus, yaitu Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, dan Mathematics (STREAM), yang secara khusus menghubungkan teknologi filtrasi membran untuk pengolahan air wudhu sirkular dengan nilai keislaman thaharah dan larangan mubazir, sekaligus memperkuat kapasitas pedagogis guru sebagai agen

perubahan lingkungan. Program ini juga sejalan dengan upaya mewujudkan air bersih dan sanitasi layak (SDG 6) serta pendidikan bermutu (SDG 4).

Permasalahan mitra, yaitu SMPN Satu Atap 01 Pulau Pari, adalah belum memadainya perangkat pedagogis guru untuk merancang pembelajaran kontekstual dan lintas disiplin yang secara langsung menjawab persoalan kelangkaan air di lingkungan sekolah. Artikel ini menjawab pertanyaan: bagaimana pelatihan Sustainable STREAM Pedagogy dapat memperkuat agensi guru lingkungan dalam merancang pembelajaran tersebut? Oleh karena itu, tujuan kegiatan pengabdian ini adalah memperkuat agensi guru lingkungan melalui pelatihan Sustainable STREAM Pedagogy yang memadukan pengelolaan air wudhu sirkular berbasis teknologi membran dengan nilai-nilai keislaman dan pembelajaran berbasis proyek.

2. TINJAUAN LITERATUR *(Literature Review)*

Agensi guru lingkungan (environmental teacher agency) merupakan penerapan konsep agensi manusia secara umum, yaitu kapasitas untuk memulai tindakan melalui intensionalitas, pemikiran ke depan, reaktivitas diri, dan refleksivitas diri, ke dalam ranah pendidikan lingkungan (Bandura, 2001). Guru dengan agensi lingkungan yang kuat mampu menerjemahkan isu ekologis di sekitar sekolah menjadi pengalaman belajar yang kontekstual dan berorientasi pada tindakan nyata, bukan sekadar transmisi pengetahuan di ruang kelas.

Pembelajaran berbasis proyek menjadi salah satu strategi utama dalam pemberdayaan ini karena mendorong siswa dan guru terlibat dalam penyelidikan berkelanjutan terhadap masalah nyata, yang terbukti meningkatkan pemahaman konsep secara mendalam ketika difasilitasi dengan baik oleh guru (Blumenfeld et al., 1991). Pendekatan ini kemudian diperluas melalui kerangka STEAM, yang menambahkan unsur seni sebagai jembatan lintas disiplin ilmu dan terbukti mendorong kreativitas peserta didik (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). Sustainable STREAM Pedagogy yang digunakan dalam program ini memperluas kerangka tersebut dengan menambahkan dimensi Religion, sehingga nilai-nilai keagamaan tidak lagi menjadi materi tambahan, melainkan menjadi sumber etika yang membingkai keseluruhan proses pembelajaran sains dan teknologi.

Dari sisi keagamaan, pemberdayaan lingkungan berbasis lembaga pendidikan Islam terbukti efektif ketika nilai spiritual seperti kekhalifahan dan larangan mubazir diintegrasikan langsung ke dalam praktik harian (Irawan, 2022), meskipun kompetensi guru dalam menerjemahkan nilai tersebut ke dalam rancangan pembelajaran masih menjadi kendala umum di lembaga pendidikan Islam tradisional (Rohman & Khotimah, 2024). Hal ini menjadi salah satu justifikasi perlunya pelatihan terstruktur bagi guru. Dari sisi pedagogis, pelatihan berbasis proyek dengan pendekatan STREAM pada pendidikan anak usia dini dilaporkan membuat kurikulum lebih holistik dan memperkuat kompetensi guru (Halimah et al., 2022), sementara pembelajaran

kontekstual mendorong guru menghubungkan situasi nyata siswa dengan materi yang diajarkan (Nababan & Sipayung, 2023). Dari sisi teknis, teknologi membran, termasuk bioreaktor membran, mampu menyaring bahan organik, surfaktan, dan kontaminan mikroba dari air limbah domestik ringan (greywater), yang karakteristiknya dapat disamakan dengan air wudhu, hingga mencapai kualitas yang layak untuk penggunaan non-konsumsi. Teknologi ini juga membutuhkan ruang yang relatif kecil sehingga sesuai untuk sekolah di wilayah kepulauan yang terbatas lahannya (Cecconet et al., 2019).

Berdasarkan kajian tersebut, kerangka konseptual program ini memadukan tiga unsur: (1) agensi guru lingkungan sebagai capaian yang dituju, (2) pembelajaran berbasis proyek dengan kerangka STREAM sebagai strategi pedagogis, dan (3) nilai keislaman serta teknologi membran sebagai konteks dan muatan pembelajaran.

3. METODE PELAKSANAAN *(Materials and Method)*

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di SMPN Satu Atap 01 Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta, pada hari Senin, 11 Mei 2026. Program ini merupakan kelanjutan dari siklus pengabdian sebelumnya yang memperkenalkan pengolahan air sirkular berbasis teknologi membran dengan pendekatan STEM yang diintegrasikan dengan Pendidikan Agama Islam. Pelaksanaan program dilakukan melalui tiga tahap utama, yaitu pemetaan kebutuhan, pelatihan, dan evaluasi.

Tahap pertama, pemetaan konteks dan analisis kebutuhan, dilakukan melalui wawancara dengan kepala sekolah dan staf kesiswaan untuk mengonfirmasi bahwa kelangkaan air dan kerentanan iklim tetap menjadi persoalan utama sekolah. Tahap ini juga mengidentifikasi kekuatan lokal berupa program Adiwiyata sekolah dan latar belakang keagamaan peserta sebagai dasar pengembangan pelatihan.

Tahap kedua, pelatihan Sustainable STREAM Pedagogy, disampaikan melalui lima modul terstruktur, yaitu Pedagogi STREAM, Literasi Air Sirkular, Pengolahan Berbasis Membran, Keterlibatan Masyarakat, serta Asesmen dan Refleksi. Pelatihan diikuti oleh 30 peserta yang terdiri atas kepala sekolah dan guru lintas mata pelajaran. Aspek Science dan Engineering digunakan untuk mempelajari prinsip filtrasi serta desain sistem pengolahan air; aspek Religion mengaitkan konsep thaharah (bersuci) dengan nilai keberlanjutan dan larangan mubazir dalam ajaran Islam; sedangkan Mathematics dan Arts diterapkan melalui perhitungan debit air dan pembuatan kampanye visual bertema konservasi air.

Tahap ketiga, evaluasi program, menggunakan tiga sumber data. Pertama, survei kepuasan pascapelatihan diisi oleh 25 dari 30 peserta (83,3%). Instrumen terdiri atas delapan butir pernyataan yang terbagi dalam dua komponen dengan masing-masing empat butir, yaitu pelaksanaan kegiatan (relevansi materi, fasilitas dan pelayanan, ketepatan waktu, dan pelayanan panitia) serta kinerja fasilitator (penguasaan materi,

penyampaian sistematis, contoh yang menarik, dan dorongan partisipasi aktif). Setiap butir dinilai menggunakan skala Likert 1–4, yaitu 1 = sangat tidak memuaskan, 2 = tidak memuaskan, 3 = memuaskan, dan 4 = sangat memuaskan. Skor setiap indikator dikonversi ke persen dengan rumus: Skor (%) = [Σ skor yang diperoleh ÷ (skor maksimum × jumlah responden)] × 100. Dengan skor maksimum 4 dan 25 responden, skor ideal per indikator adalah 100 (4 × 25) dan dinyatakan sebagai 100%. Skor keseluruhan setiap komponen dihitung sebagai rerata skor persen keempat indikatornya. Kedua, dilakukan observasi diskusi kelompok selama pelatihan. Ketiga, dilakukan wawancara tambahan untuk memperoleh data kualitatif mengenai perubahan pemahaman dan kesiapan guru dalam menerapkan Sustainable STREAM Pedagogy di kelas masing-masing. Data kuantitatif dianalisis secara deskriptif berdasarkan skor per indikator, sedangkan data kualitatif dianalisis secara tematik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN *(Results and Discussion)*

4.1 Hasil Pemetaan Kebutuhan

Hasil pemetaan awal mengonfirmasi bahwa kelangkaan air bersih tetap menjadi persoalan lingkungan paling mendesak di SMPN Satu Atap 01 Pulau Pari. Kondisi ini sejalan dengan kajian hidrokimia terhadap air tanah dangkal Pulau Pari yang menunjukkan bahwa kualitas air sumur di pulau tersebut berfluktuasi tajam antara musim kemarau dan musim hujan, serta dipengaruhi oleh evaporasi, pasang surut air laut, dan intrusi air asin ke lapisan air tawar yang tipis (Marganingrum et al., 2023). Guru-guru di sekolah ini menunjukkan kesadaran ekologis yang kuat terhadap persoalan tersebut; sebagian bahkan memiliki pengalaman masa lalu terkait pengelolaan air sirkular sederhana semasa mondok di pesantren, yang memperkuat fondasi bagi berkembangnya agensi guru lingkungan di sekolah kepulauan ini.

4.2 Pelaksanaan Pelatihan

Pelatihan yang dilaksanakan pada 11 Mei 2026 tersebut turut mendapat liputan media lokal, yang mencatat bahwa kegiatan berlangsung interaktif dan melibatkan puluhan tenaga pendidik lintas mata pelajaran (Mediajakarta.com, 2026). Dalam sesi tersebut, pembicara menekankan bahwa pendidikan tidak lagi cukup berhenti pada teori dan hafalan di kelas, melainkan perlu diarahkan pada pembelajaran yang konkret, berbasis proyek, dan berdampak langsung terhadap persoalan nyata yang dihadapi siswa sebagai warga pulau kecil.

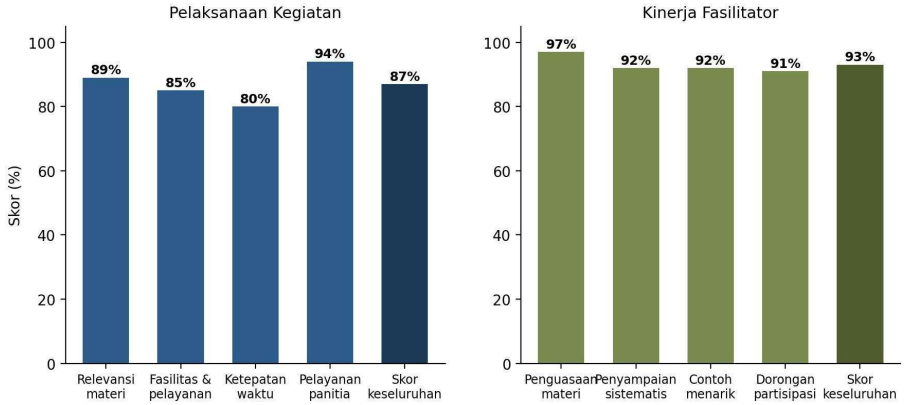
4.3 Kepuasan Peserta terhadap Pelatihan

Secara kuantitatif, survei pascapelatihan terhadap 25 responden menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi terhadap program (Tabel 1 dan Gambar 1). Interpretasi skor persen menggunakan kriteria yang diperoleh dengan membagi rentang 25–100% menjadi empat interval sama lebar (18,75 poin), yaitu 25,00–43,75% = sangat tidak

memuaskan; 43,76–62,50% = tidak memuaskan; 62,51–81,25% = memuaskan; dan 81,26–100% = sangat memuaskan. Pada aspek pelaksanaan kegiatan, skor tertinggi diperoleh pada indikator pelayanan panitia (94%), sedangkan skor terendah pada indikator ketepatan waktu (80%); skor keseluruhan pelaksanaan kegiatan mencapai 87%. Pada aspek kinerja fasilitator, skor tertinggi diperoleh pada indikator penguasaan materi (97%), dengan skor keseluruhan sebesar 93%. Berdasarkan kriteria tersebut, tujuh dari delapan indikator serta skor keseluruhan kedua aspek berada pada kategori sangat memuaskan, sedangkan indikator ketepatan waktu berada pada kategori memuaskan. Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan dirancang dan disampaikan dengan baik, dengan ketepatan waktu sebagai aspek yang perlu diperbaiki pada siklus berikutnya, misalnya dengan menyesuaikan jadwal kegiatan terhadap kondisi logistik di pulau.

Tabel 1. Skor Kepuasan Peserta terhadap Pelatihan Sustainable STREAM Pedagogy (%, n = 25)

Aspek	**Indikator**	**Skor (%)**
Pelaksanaan Kegiatan	Relevansi materi dengan kebutuhan	89
	Fasilitas dan pelayanan acara	85
	Ketepatan waktu pelaksanaan	80
	Pelayanan panitia	94
	Skor keseluruhan	87
Kinerja Fasilitator	Penguasaan materi	97
	Penyampaian sistematis	92
	Contoh yang menarik	92
	Mendorong partisipasi aktif	91
	Skor keseluruhan	93



Gambar 1. Grafik skor kepuasan peserta terhadap pelaksanaan kegiatan dan kinerja fasilitator (n = 25)

4.4 Perubahan Pemahaman dan Kesiapan Guru

Berdasarkan observasi diskusi kelompok dan wawancara tambahan, peserta melaporkan pemahaman yang lebih jelas mengenai keterkaitan antara krisis air, teknologi membran, dan nilai-nilai keislaman. Konsep thaharah yang selama ini dipahami sebatas ritual ibadah dikaitkan secara eksplisit dengan prinsip keberlanjutan dan larangan mubazir, sehingga pengolahan air wudhu tidak lagi dipandang semata sebagai persoalan teknis, melainkan juga sebagai bentuk tanggung jawab spiritual. Salah seorang peserta juga menyampaikan harapan agar sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut, "kami berharap sistem ini bisa dikembangkan untuk menyiram tanaman hidroponik atau kebutuhan domestik lainnya" (Mediajakarta.com, 2026). Harapan ini konsisten dengan rencana pengembangan lanjutan program, yaitu integrasi sistem air sirkular dengan hidroponik dan akuaponik sebagai upaya memperkuat ketahanan pangan sekolah sekaligus menjadikan sekolah sebagai laboratorium hidup bagi siswa.

4.5 Pembahasan

Temuan ini menunjukkan bahwa pelatihan yang berangkat dari masalah nyata sekolah dapat menjadi titik awal penguatan agensi guru lingkungan. Jika dibaca melalui kerangka agensi Bandura (2001), pemetaan kebutuhan dan literasi air sirkular mendukung pemikiran ke depan (forethought), perancangan proyek kontekstual melatih intensionalitas, sedangkan modul asesmen dan refleksi membuka ruang bagi refleksivitas diri guru. Temuan ini sejalan dengan pandangan bahwa penguatan kompetensi guru secara berkelanjutan menjadi kunci keberhasilan program pemberdayaan berbasis sekolah, karena guru yang terus mengembangkan kompetensinya akan lebih mampu berpikir kritis dan memecahkan masalah secara kreatif (Kasnowo & Hidayat, 2022). Hasil ini juga selaras dengan Halimah et al. (2022) serta Nababan dan Sipayung (2023) yang telah diuraikan pada tinjauan literatur. Dari sisi nilai, pelatihan ini membawa logika yang pada pesantren mendorong praktik ramah lingkungan, yakni kekhalifahan dan larangan mubazir (Irawan, 2022), ke dalam pembelajaran di sekolah negeri. Dengan demikian, pelatihan Sustainable STREAM Pedagogy memberi indikasi awal bahwa kompetensi guru dalam pembelajaran kontekstual dan lintas disiplin dapat diperkuat untuk merespons kelangkaan air di sekolah kepulauan.

Kegiatan ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, survei kepuasan mengukur persepsi peserta terhadap pelatihan, bukan perubahan agensi secara langsung. Kedua, artikel ini belum melaporkan pengukuran pra-pelatihan sehingga besaran perubahan belum dapat dibandingkan. Ketiga, temuan kualitatif bersumber dari pelaporan peserta dan belum menjangkau penerapan di kelas. Oleh karena itu, siklus berikutnya

disarankan menggunakan instrumen pra–pasca, telaah rancangan pembelajaran yang disusun guru, dan observasi implementasi di kelas.

5. KESIMPULAN *(Conclusions)*

Program pengabdian ini memberi indikasi awal penguatan agensi guru lingkungan di SMPN Satu Atap 01 Pulau Pari melalui penerapan Sustainable STREAM Pedagogy berbasis proyek yang berpusat pada teknologi membran untuk pengelolaan air wudhu sirkular. Guru melaporkan pemahaman yang lebih baik dalam merancang pembelajaran lintas disiplin yang menghubungkan sains, teknologi, agama, teknik, seni, dan matematika dengan persoalan nyata kelangkaan air di pulau kecil. Evaluasi pascapelatihan menunjukkan tingkat kepuasan yang sangat memuaskan pada aspek pelaksanaan kegiatan dan kinerja fasilitator. Integrasi nilai keislaman seperti thaharah dan larangan mubazir ke dalam pembelajaran sains dan teknologi memperkaya pemaknaan guru terhadap isu lingkungan serta memperkuat identitas sekolah sebagai laboratorium hidup bagi keberlanjutan.

Sebagai saran, program lanjutan perlu (1) menyusun modul ajar terintegrasi STREAM bersama guru, (2) mengukur perubahan agensi dan praktik mengajar melalui desain pra–pasca dan observasi kelas, serta (3) memperluas sistem air sirkular untuk mendukung hidroponik dan akuaponik sekolah, sebagai langkah strategis menuju sekolah kepulauan yang mandiri, inovatif, dan berwawasan lingkungan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH *(Acknowledgement)*

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Negeri Jakarta dan pimpinan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) UNJ atas dukungan kebijakan dan pendanaan melalui skema Pengembangan Wilayah Binaan Unggulan (PPM-WBU) tahun anggaran 2026. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dekan Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum UNJ atas bimbingan selama persiapan program, serta kepada pimpinan dan tenaga pendidik SMPN Satu Atap 01 Pulau Pari atas kerja sama selama pelaksanaan kegiatan.

7. DAFTAR PUSTAKA *(References)*

Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology, 52*, 1–26. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.1

Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist, 26*(3–4), 369–398. https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139

Cecconet, D., Callegari, A., Hlavínek, P., & Capodaglio, A. G. (2019). Membrane bioreactors for sustainable, fit-for-purpose greywater treatment: A critical review.

Clean Technologies and Environmental Policy, 21(4), 745–762. https://doi.org/10.1007/s10098-019-01679-z

Halimah, L., Mirawati, M., Sari, M. P., & Hopiani, A. (2022). Implementasi pelatihan pendekatan STREAM berbasis project based learning dalam kurikulum pendidikan anak usia dini. *TEKMULOGI: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 2*(1), 31–42. https://doi.org/10.17509/tmg.v2i1.52950

Irawan, B. (2022). Islamic boarding schools (pesantren), Sufism and environmental conservation practices in Indonesia. *HTS Teologiese Studies/Theological Studies, 78*(4), a7073. https://doi.org/10.4102/hts.v78i4.7073

Kasnowo, K., & Hidayat, M. S. (2022). Penguatan kompetensi SDM guru melalui Kurikulum Merdeka di SDN Jatirejoyoso. *Jurnal Pengabdian pada Masyarakat Indonesia, 1*(3), 33–38. https://doi.org/10.55542/jppmi.v1i3.251

Marganingrum, D., Ismail, M. F. A., & Wulan, D. R. (2023). Assessment of shallow groundwater contamination on Pari Island, Indonesia. *Environmental Monitoring and Assessment, 195*, Article 87. https://doi.org/10.1007/s10661-022-10649-w

Mediajakarta.com. (2026). *SMPN Pulau Pari sulap limbah air wudhu jadi solusi air bersih, guru diajak terapkan teknologi membran*. Diakses dari https://mediajakarta.com/smpn-pulau-pari-sulap-limbah-air-wudhu-jadi-solusi-air-bersih-guru-diajak-terapkan-teknologi-membran/

Moko, E. M., Rahardiyan, D., & Wantouw, F. (2022). Fabrikasi dan diseminasi custom modular water well drilling rig dalam upaya pengadaan air bersih bagi masyarakat kepulauan. *MATAPPA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 5*(1), 102–108. https://doi.org/10.31100/matappa.v5i1.1641

Nababan, D., & Sipayung, C. A. (2023). Pemahaman model pembelajaran kontekstual dalam model pembelajaran (CTL). *Jurnal Pendidikan Sosial dan Humaniora, 2*(2), 825–837.

Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity, 31*, 31–43. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002

Rohman, M. Z., & Khotimah, I. H. (2024). Sustainable practices in Islamic education: Implementation and impact in traditional Islamic boarding schools. *International Journal of Islamic Boarding School, 2*(2), 97–110. https://doi.org/10.35719/ijibs.v2i2.44