

SOSIALISASI PENGGUNAAN AIR HUJAN SEBAGAI AIR BAKU BAGI RUMAH TANGGA DI DESA KEDUNGADEM KECAMATAN KEDUNGADEM BOJONEGORO

**Laily Agustina Rahmawati^{1*}, Ichwan Hadi Saputra²,
Elika Febrianti³, Ahmad Niamul Abrori⁴,
Regina Widya Putri Lestari⁵, Kharisma Eka Putri⁶**

^{1,4,5,6}Prodi Ilmu Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknik,
Universitas Bojonegoro, Indonesia

²Prodi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bojonegoro,
Indonesia

³Prodi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi,
Universitas Bojonegoro, Indonesia

*E-mail: laily.tiyangalit@gmail.com

ABSTRAK

Desa Kedungadem mengalami krisis air bersih yang persisten akibat karakteristik geografis wilayah batuan karbonat yang memicu kelangkaan air permukaan serta menurunkan kualitas air tanah secara signifikan akibat tingginya konsentrasi kalsium karbonat. Penelitian berbasis pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk mengimplementasikan teknologi Pemanenan Air Hujan (PAH) sebagai solusi mandiri dan berkelanjutan dalam memenuhi kebutuhan air baku domestik. Dengan menggunakan pendekatan Penelitian Tindakan Partisipatif (*Participatory Action Research/ PAR*), metodologi penelitian ini mengadaptasi kerangka kerja pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Implementasi teknis meliputi pembangunan unit penyimpanan berkapasitas 1.200 liter yang diintegrasikan dengan sistem pengalihan air hujan pertama (*first-flush diversion system*), filtrasi bertingkat berbasis media keramik dan cincin biologis (*bio-rings*), serta sumur injeksi biopori untuk konservasi air tanah. Hasil sosialisasi menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan dan kesadaran masyarakat mitra. Selain itu, terkonfirmasi adanya peningkatan kualitas air yang signifikan di lingkungan masyarakat, di mana parameter kekeruhan serta konsentrasi logam berat, khususnya besi dan mangan, berhasil direduksi hingga memenuhi standar kesehatan lingkungan. Lebih lanjut, sistem yang dikenalkan ini terbukti mampu memitigasi limpasan permukaan hingga lebih dari 70%. Sebagai kesimpulan, sosialisasi pemanfaatan teknologi pemanenan air hujan merupakan intervensi strategis dalam membangun resiliensi dan kemandirian air di wilayah rawan kekeringan melalui transformasi paradigma dan peningkatan kapasitas masyarakat secara partisipatif.

Kata Kunci: Desa Kedungadem; Kemandirian Air; Pemanenan Air Hujan; Resiliensi Masyarakat.

ABSTRACT

The village of Kedungadem has experienced a persistent clean water crisis due to the geographical characteristics of its carbonate rock area, which trigger surface water scarcity and significantly reduce groundwater quality because of the high concentration of calcium carbonate. This community service-based research aims to implement Rainwater Harvesting (RWH) technology as an independent and sustainable solution for meeting domestic raw water needs. Using a Participatory Action Research (PAR) approach, the research methodology adapted the ADDIE development framework (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). The technical implementation included the construction of a 1,200-liter storage unit integrated with a first-flush diversion system, a multi-stage filtration system based on ceramic media and bio-rings, as well as biopore infiltration wells for groundwater conservation. The results of this community-engaged research demonstrated an increase in the knowledge and awareness of the community partners. In addition, a significant improvement in water quality within the community environment was confirmed, where turbidity parameters and heavy metal concentrations, particularly iron and manganese, were successfully reduced to meet environmental health standards. Furthermore, the introduced system proved capable of mitigating surface runoff by more than 70%. In conclusion, the socialization of rainwater harvesting technology utilization constitutes a strategic intervention in building water resilience and self-sufficiency in drought-prone areas through participatory paradigm transformation and community capacity enhancement.

Keywords: Community Resilience; Kedungadem Village; Rainwater Harvesting; Water Independence.

Article History:	
Diterima	: 16-04-2026
Disetujui	: 18-05-2026
Diterbitkan Online	: 15-06-2026

PENDAHULUAN

1. Analisis Situasi

Air bersih merupakan determinan fundamental dalam peningkatan kualitas hidup masyarakat, serta akselerasi pembangunan wilayah berkelanjutan (Fatritya et al., 2025). Namun, manifestasi ketersediaan air bersih sering kali terkendala oleh heterogenitas kondisi geologis dan hidrologis yang membatasi kapasitas suplai sepanjang tahun (Heston et al., 2022). Salah satu wilayah yang merepresentasikan hal tersebut adalah desa Kedungadem, kecamatan Kedungadem, kabupaten Bojonegoro.

Desa Kedungadem merupakan daerah bagian selatan kabupaten Bojonegoro yang secara geologis berada pada Formasi Lidah dengan didominasi batuan karbonat (Hadi et al., 2026). Karakteristik batuan karbonat memiliki paradoks hidrologi yang signifikan. Porositas sekunder yang tinggi pada batuan karbonat memicu infiltrasi cepat melalui jalur preferensial, yang memutus hubungan (*decoupling*) aliran permukaan dari sistem bawah tanah. Kondisi ini diperparah oleh lapisan tanah tipis dengan kapasitas retensi rendah, sehingga air hujan segera bertransisi menjadi aliran *soil-epikarst lateral flow* (SEF) atau meresap jauh ke akuifer dalam (Fu et al., 2024). Akibatnya, wilayah Kedungadem, Bojonegoro mengalami kelangkaan air permukaan dan sulitnya akses air tanah dangkal, terutama saat mata air *epikarst* mengering di musim kemarau.

Kondisi tersebut memaksa masyarakat setempat bergantung pada bantuan *dropping* air bersih dari pemerintah. Data BPBD Bojonegoro, 2024 menunjukkan bahwa dari juli hingga agustus 2024, pemerintah daerah telah mendistribusikan hingga 474 tangki air bersih ke 37 desa di 16 kecamatan, termasuk wilayah Kedungadem. Meskipun bantuan *dropping* air terus dilakukan secara intensif, upaya ini bersifat temporer dan belum menyentuh akar permasalahan. Di sisi lain, penggunaan sumur gali mandiri seringkali terkendala kualitas air yang tidak memadai akibat tingginya kandungan kapur. Padahal, secara klimatologi, Kedungadem memiliki potensi curah hujan tahunan yang tinggi sekitar 1750–2250 mm/tahun (Miftakhul Huda et al., 2024), yang sayangnya belum dikelola optimal dan sebagian besar terbuang menjadi aliran permukaan (*run-off*).

Sebagai langkah strategis, Dirgawati et al., 2024 menunjukkan bahwa, sistem Instalasi Pemanenan Air Hujan (IPAH) dapat menjadi teknologi alternatif penyediaan air bersih berbasis potensi, yang efektif diterapkan pada wilayah rawan air (Andini et al., 2025). Selain menyediakan air bersih, penerapan teknologi ini mampu meningkatkan infiltrasi serta mengurangi limpasan permukaan sehingga mendukung konservasi air tanah (Malikah dan Yekti, 2025). Oleh karena itu, sistem pemanenan air hujan (IPAH) dinilai sebagai solusi krusial dalam mengatasi kelangkaan air sekaligus menjaga keberlanjutan lingkungan di wilayah batuan karbonat Indonesia (Kurniawan et al., 2023).

2. Permasalahan Mitra dan Solusi yang Ditawarkan

Identifikasi permasalahan pada mitra di desa Kedungadem menunjukkan adanya kesenjangan yang signifikan antara kebutuhan air bersih dengan kemampuan aksesibilitas mandiri. Permasalahan utama berakar pada ketergantungan masyarakat yang sangat tinggi terhadap bantuan *dropping* air bersih dan sumur gali yang kualitasnya tidak memenuhi syarat kesehatan akibat kadar kapur yang tinggi. Ketidakberdayaan ini menciptakan siklus kerentanan ekonomi dan kesehatan yang terus berulang setiap musim kemarau. Di sisi lain, masyarakat belum memiliki kapasitas teknis maupun infrastruktur untuk mengelola limpasan curah hujan yang melimpah, sehingga potensi air hujan yang seharusnya menjadi aset justru terbuang percuma dan memicu erosi permukaan di lahan batuan karbonat yang tipis.

Sebagai upaya konkret untuk memutus rantai permasalahan tersebut, solusi yang ditawarkan dalam program ini adalah implementasi teknologi Instalasi Pemanenan Air Hujan (IPAH) yang dirancang secara khusus untuk karakteristik wilayah batuan karbonat. Program ini tidak hanya berfokus pada pembangunan fisik instalasi, tetapi juga pada transformasi paradigma masyarakat dalam mengelola sumber daya air secara mandiri. Melalui sistem filtrasi terintegrasi, instalasi pemanen air hujan (IPAH) akan menghasilkan air baku yang lebih berkualitas dan rendah kandungan mineral karbonat, sehingga lebih aman untuk kebutuhan domestik dibandingkan air sumur gali.

Langkah strategis ini merupakan manifestasi nyata dalam mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) poin ke-6, yaitu *Clean Water and Sanitation* (United Nations, 2015). Dengan menghadirkan teknologi IPAH, program ini berupaya menjamin ketersediaan serta pengelolaan air bersih yang berkelanjutan bagi masyarakat desa Kedungadem. Solusi ini diharapkan mampu meningkatkan resiliensi komunitas terhadap perubahan iklim dan kekeringan ekstrem, sekaligus mengurangi beban ketergantungan pada pemerintah daerah melalui penyediaan infrastruktur air bersih yang mandiri, murah, dan berbasis potensi lokal.

METODE PELAKSANAAN

1. Uraian Solusi

Solusi utama yang dilaksanakan dalam program pengabdian ini bertumpu pada pembangunan kemandirian air melalui teknologi tepat guna Instalasi Pemanen Air Hujan (IPAH) skala rumah tangga dengan kapasitas tandon sebesar 1200 L. Teknologi ini telah terbukti secara ilmiah sebagai metode paling menonjol dalam manajemen air di daerah rawan kekeringan (Peker & İlhan, 2023). Komponen teknis IPAH yang diimplementasikan mencakup sistem penangkapan air hujan melalui atap nonasbes yang memiliki koefisien pengaliran tinggi ($k > 0,8$) dengan elevasi talang minimal $\geq 2,30$ m untuk memastikan energi potensial aliran gravitasi (Arfandi et al., 2022).

Keunggulan dari solusi ini terletak pada penggunaan unit *first flush diverter* yang secara otomatis mengalihkan 10-20 liter air hujan pertama untuk menjamin kualitas air bebas dari kontaminan permukaan atap. Proses pemurnian air diperkuat dengan sistem filtrasi *multistage* menggunakan media pecahan tembikar untuk mereduksi kekeruhan hingga 99%. Media tersebut dipilih berdasarkan kemampuannya menyisihkan partikel tersuspensi dan turbiditas hingga 97,4% sebagaimana dilaporkan penelitian (Shafiquzzaman et al., 2020), dan diperkuat dengan integrasi media *bioring* untuk mengikat logam berat secara efektif.

Sebagai bentuk tanggung jawab ekologis, sistem ini diintegrasikan dengan pipa injeksi biopori berdiameter 8 inci sedalam 2 m yang berfungsi meresapkan air limpasan (*overflow*) langsung ke dalam akuifer dangkal guna mencegah banjir dan melakukan konservasi air tanah (Campisano et al., 2017).

2. Pendekatan

Pendekatan yang diterapkan dalam program ini mengadaptasi kerangka *Participatory Action Research* (PAR) dan *Community-Led Development* (CLD), yang memosisikan masyarakat sebagai subjek aktif dalam inovasi teknologi (Pangestu et al., 2018). Metode ini dijabarkan ke dalam tiga pilar utama yaitu pendekatan edukatif, partisipatif, dan demonstratif. Pendekatan edukatif dilakukan melalui transformasi literasi air melalui sosialisasi hygiene sanitasi untuk mengubah persepsi negatif masyarakat terhadap air hujan (Hapsari et al., 2025).

Secara partisipatif, masyarakat dilibatkan dalam pemetaan potensi tangkapan atap dan penentuan lokasi unit pada lahan minimal $1,5 \times 1,5$ m untuk menumbuhkan rasa kepemilikan (*sense of ownership*) yang tinggi. Puncak dari pendekatan ini adalah metode demonstratif melalui pelatihan teknis langsung (*hands-on training*) dalam perakitan filter *multistage* yang bersifat *maintenance-friendly* atau mudah dibongkar pasang tanpa lem. Dengan keterlibatan fisik ini, masyarakat diharapkan memiliki kapasitas untuk melakukan pemeliharaan sistem secara mandiri dan berkelanjutan (Hafidh et al., 2021).

3. Tahapan Kegiatan

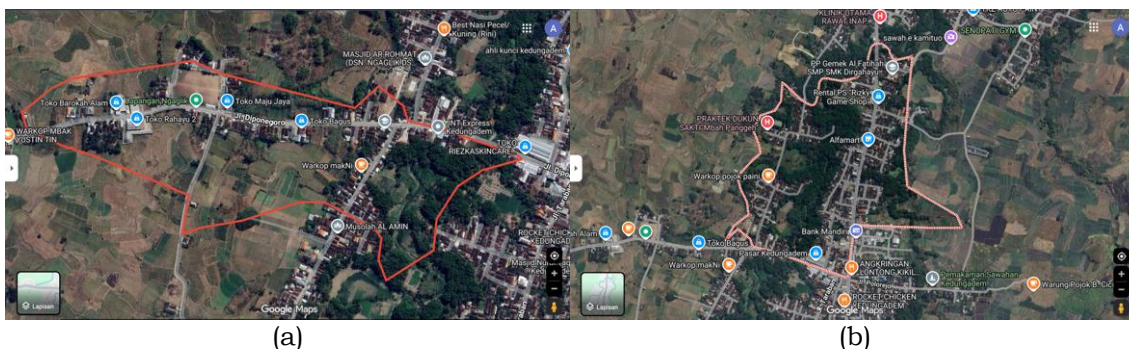
Prosedur pelaksanaan kegiatan disusun secara sistematis mengacu pada model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) guna menjamin efektivitas transfer teknologi kepada mitra (Wibowo et al., 2022). Tahapan pertama adalah tahap survei dan persiapan yang mencakup koordinasi dengan pemerintah Desa Kedungadem untuk memverifikasi kelayakan material atap rumah mitra dan penentuan titik prioritas rawan kekeringan. Tahap kedua berlanjut pada perancangan dan pengadaan material yang disesuaikan dengan standar teknis IPAH, meliputi

tondon 1200 L tipe bebas kuras, pipa PVC AW 4 inci, dan komponen filtrasi khusus.

Tahap ketiga dan keempat adalah konstruksi fondasi menggunakan rabat beton dengan standar mutu setara K.250 untuk stabilitas beban tandon, diikuti dengan instalasi komponen penangkapan air hujan serta unit *first flush*. kelima difokuskan pada pemasangan sistem konservasi melalui penggalian tanah sedalam 2 m untuk pipa biopori yang dihubungkan dengan saluran pelimpas dari tandon. Seluruh rangkaian prosedur diakhiri dengan tahap uji coba dan monitoring, di mana dilakukan verifikasi terhadap kebocoran sistem dan pengujian kualitas fisik air (bau, rasa, dan kejernihan) sebelum unit diserahkan kepada mitra untuk mendukung perilaku hidup bersih dan sehat.

4. Waktu, Lokasi, Peserta Kegiatan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini berlangsung selama 1 bulan, terhitung sejak 06 Maret 2025. Lokasi pelaksanaan mencakup dusun Cemplo dan dusun Ngaglik desa Kedungadem. Titik kordinat serta sebaran unit IPAH rumah tangga tersebut dapat diakses melalui Google Maps yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. a). Lokasi Sebaran IPAH di Dusun Cemplo Desa Kedungadem dan b). Lokasi sebaran IPAH di Dusun Ngaglik Desa Kedungadem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Situasi dan Survei Lapangan

Berdasarkan data rekapitulasi survei terhadap sepuluh calon mitra Tabel 1, ditemukan bahwa seluruh penduduk di dusun Cemplo dan Ngaglik telah memiliki infrastruktur dasar berupa atap genteng yang seragam, namun efektivitas penangkapan air masih terkendala oleh kondisi talang. Meskipun 80% mitra telah memiliki talang eksisting berbahan seng lembaran, namun kebutuhan akan material yang lebih tahan lama seperti Pipa PVC sangat mendesak, terutama bagi mitra yang saat ini belum memiliki sistem talang sama sekali seperti pada Lokasi 2 dan Lokasi 4. Kesenjangan infrastruktur fisik ini selaras dengan penelitian Peker & İlhan (2023) yang menegaskan bahwa keterbatasan fasilitas teknis di tingkat rumah tangga merupakan hambatan utama dalam adopsi sistem Pemanenan Air Hujan (PAH).

Data lapangan menunjukkan elevasi talang dari permukaan tanah bervariasi antara 2,00 meter hingga titik tertinggi 3,30 meter pada rumah Widodo. Secara teknis, profil ketinggian ini sangat memadai untuk menggerakkan sistem IPAH berbasis gravitasi tanpa memerlukan tambahan energi listrik. Identifikasi ini menjadi justifikasi penting dalam penentuan prioritas intervensi, terutama dalam merancang dimensi pipa PVC (seperti kebutuhan 17 meter di lokasi Ngaglik) untuk menjamin debit air yang optimal bagi kebutuhan domestik maupun perkebunan (Lubis, 2024).

2. Sosialisasi dan Implementasi Teknologi Tepat Guna

Pelaksanaan program pengabdian ini dilanjutkan dengan kegiatan sosialisasi partisipatif yang melibatkan warga secara aktif Gambar 2. Dalam sesi ini, tim memberikan pemahaman mendalam mengenai urgensi kemandirian air bersih sebagai determinan fundamental dalam peningkatan kualitas hidup masyarakat Desa Kedungadem. Sosialisasi ini menjadi krusial mengingat kondisi geografis wilayah yang didominasi pegunungan kapur (batuan karbonat). Fenomena paradoks hidrologi di kawasan ini di mana porositas tinggi pada batuan karbonat memicu infiltrasi cepat namun memutus aliran permukaan menyebabkan kelangkaan air permukaan dan sulitnya akses air tanah dangkal bagi warga, terutama saat musim kemarau (Fu et al., 2024).

Tim menjelaskan bahwa ketergantungan masyarakat pada bantuan dropping air bersih yang bersifat temporer, serta kendala kualitas air sumur gali yang tinggi kandungan kapur, menuntut adanya solusi yang lebih berkelanjutan. Melalui pendekatan partisipatif, masyarakat diajak untuk melihat potensi curah hujan tahunan di Kedungadem yang mencapai 1750–2250 mm/tahun (Huda et al., 2024) sebagai sumber daya yang belum terkelola optimal.



Gambar 2. Suasana Sosialisasi Partisipatif Mengenai Literasi Air dan Pemanfaatan Air Hujan.

Antusiasme masyarakat terlihat sangat tinggi selama proses penyuluhan Gambar 2, di mana pendekatan dialogis digunakan untuk mengubah paradigma masyarakat yang selama ini menganggap air hujan sebagai limbah atau gangguan menjadi sebuah aset yang bernilai (Lestari & Susanto, 2021; Lubis, 2024).

Hal ini sejalan dengan hasil laporan pengabdian (Lestari & Susanto, 2021), di mana metode penyuluhan yang bersifat interaktif dan visual mampu meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap potensi air hujan secara signifikan. Puncak kegiatan adalah demonstrasi unit Instalasi Pemanenan Air Hujan (IPAHA) di lokasi mitra Gambar 2. Berbeda dengan sekadar perakitan pasif, warga diajak mempraktikkan langsung pemasangan media filter multistage yang terintegrasi di dalam pipa PVC 4 inchi.

Gambar 3 di bawah ini menunjukkan sistem filtrasi ini terdiri dari komponen spesifik yaitu Filter Pecahan Quali (tembikar) dan *Filter Bioring*, yang disusun di antara lapisan kasa filter untuk menjamin kualitas air yang tertampung. Pendekatan *hands-on training* ini merupakan implementasi nyata dari kerangka *Participatory Action Research* (PAR). Berdasarkan teori dari Pangestu et al., (2018), pelibatan aktif warga sejak tahap identifikasi masalah hingga instalasi fisik bertujuan untuk menumbuhkan “rasa memiliki” (*sense of belonging*) dan memastikan keberlanjutan (*sustainability*) program, di mana masyarakat tidak hanya menjadi konsumen teknologi tetapi juga mampu melakukan pemeliharaan mandiri di masa depan.



Gambar 3. Gambar sitem Instalasi Pemanen Air Hujan (IPAH).

Implementasi unit IPAH dengan tandon berkapasitas 1200 L ini memberikan dampak resiliensi yang nyata bagi rumah tangga mitra. Secara teknis, penggunaan tangki penyimpanan (toren air) sebagai sistem utama mampu mengurangi aliran limpasan (*run-off*) dari atap hingga lebih dari 70% dan menyediakan cadangan air bersih untuk kebutuhan domestik harian (Lestari & Susanto, 2021; Lubis, 2024). Dengan mengadopsi model sistem Pemanfaatan Air Hujan (PAH) sederhana ini, ketergantungan masyarakat terhadap bantuan eksternal dapat dikurangi, sekaligus memberikan penghematan finansial yang signifikan karena biaya operasional sistem ini sangat rendah, yakni hanya mencakup pemeliharaan rutin talang dan filter.

3. Evaluasi Kualitas Air dan Respon Mitra

Penyelesaian persoalan ketersediaan air bersih di wilayah pendampingan dibuktikan secara empiris melalui uji kualitas air hasil olahan sistem IPAH yang merujuk pada Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan sesuai Permenkes No. 2 Tahun, 2023.

Tabel 1. Hasil Analisis Parameter Kualitas Air Hujan.

No	Parameter	Satuan	Metode	Batas Syarat Max	Hasil Pengujian Kualitas Air Hujan							
					Lokasi 1		Lokasi 2		Lokasi 3		Lokasi 4	
					Sebelum Filtrasi	Sesudah filtrasi	Sebelum Filtrasi	Sesudah filtrasi	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
A. Fisika												
1	Bau	#	Pancaindra	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau
2	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	Gravimetri	<300	90	160	40	30	240	90	40	70
3	Kekeruhan	NTU	Gravimetri	<3	*6,33	1,72	2,69	1,93	2,71	1,91	*3,61	1,59
4	Suhu	°C	Elektrometri	Suhu udara ± 3 °C	25,9	26,3	26,7	26,5	26,8	26,5	26,5	26,5
B. Kimia												
1	Besi (Fe)	mg/l	Spektrofotometri	0,2	*0,3	0,05	0,1	0,06	*0,3	0,03	0,02	0,04
2	Mangan (Mn)	mg/l	Spektrofotometri	0,1	*0,6	*0,3	*0,2	0,06	*0,9	0,06	<0,01	<0,01
3	Nitrit (NO ₂)	mg/l	Spektrofotometri	3	0,07	0,07	0,19	0,1	1,22	0,5	0,79	0,79
4	pH	#	Elektrometri	6,5 - 8,5	7,51	7,180	7,77	7,6	7,2	7,4	7,8	7,8
5	Sisa khlor terlarut	mg/l	Spektrofotometri	0,2 - 0,5	0,2	*0,03	*0,06	*0,18	*0,1	0,2	*0,1	*0,1
6	Timbal (Pb)	mg/l	Spektrofotometri	0,01	*0,63	*0,29	*0,06	*0,02	0,08	*0,05	0,008	0,008
7	Flouride (F)	mg/l	Spektrofotometri	1,5	<1	<1	<1	<1	*3,2	*2,5	*3	*3
C. Biologi												
TES Uji				Standar								
1	E. Coli	CFU/100ml	-	0 CFU/100ml	3	0	2	0	0	0	3	0
2	Total Koliform	CFU/100ml	-	0 CFU/100ml	23	10	21	18	12	8	>50	27

Berdasarkan Tabel 1 di atas, ditemukan tren peningkatan kualitas yang signifikan pada parameter fisik dan kimia setelah proses filtrasi. Sebagai

contoh, pada lokasi Bpk. Tukul, kadar kekeruhan (*turbiditas*) air baku yang semula mencapai 6,33 NTU (di atas ambang batas) berhasil diturunkan secara drastis menjadi 1,72 NTU, sehingga memenuhi syarat maksimal < 3 NTU. Reduksi serupa terjadi pada lokasi Bpk. Widodo, di mana kekeruhan turun dari 3,61 NTU menjadi 1,59 NTU.

Pada parameter kimia, sistem IPAH menunjukkan efektivitas tinggi dalam mereduksi kandungan logam berat. Di lokasi 1, konsentrasi Besi (Fe) yang awalnya sebesar 0,3 mg/l (melebihi batas 0,2 mg/l) berhasil ditekan menjadi 0,03 mg/l. Selain itu, kandungan Mangan (Mn) pada lokasi yang sama juga mengalami penurunan dari 0,9 mg/l menjadi 0,06 mg/l, yang kini telah berada di bawah ambang batas maksimal 0,1 mg/l. Efektivitas ini secara teknis didukung oleh penggunaan media fungsional bioring dan pecahan tembikar yang bekerja melalui mekanisme penjeratan fisik dan adsorpsi elektrostatik, sejalan dengan temuan Shafiquzzaman et al., (2020) mengenai efisiensi tinggi filtrasi berbasis keramik.

Meskipun menunjukkan hasil positif pada mayoritas parameter, data menunjukkan bahwa parameter Total Coliform dan E. Coli masih memerlukan perhatian khusus. Walaupun terdapat penurunan signifikan seperti pada lokasi 1 di mana total coliform turun dari 3 CFU menjadi 0 CFU/100 ml, beberapa lokasi lain masih menunjukkan residu aktivitas biologi. Oleh karena itu, dalam sosialisasi kepada mitra, ditekankan bahwa air hasil IPAH ini sangat aman untuk kebutuhan domestik (mandi, cuci), namun tetap disarankan melalui proses disinfeksi atau perebusan sebelum dikonsumsi guna mencapai standar sterilitas air minum yang absolut.

Keberhasilan teknis ini berkorelasi langsung dengan respon positif mitra. Berdasarkan kerangka *Technology Acceptance Model* (TAM), aspek *Perceived Usefulness* (manfaat yang dirasakan) terlihat dari kepuasan warga terhadap kejernihan air secara visual dan penghematan biaya pengadaan air bersih (Suni et al., 2025). Manfaat nyata ini meningkatkan kepercayaan diri masyarakat untuk mengadopsi teknologi IPAH secara berkelanjutan sebagai solusi mandiri yang resilien terhadap perubahan iklim di tingkat pedesaan.

4. Dampak, Partisipasi, dan Keberlanjutan

Implementasi sistem Instalasi Pemanenan Air Hujan (IPAH) di desa Kedungadem telah menghasilkan transformasi multidimensional yang signifikan, mencakup aspek teknis-kesehatan hingga sosio-ekonomi. Secara empiris, kehadiran unit IPAH dengan kapasitas tandon 1200 liter secara langsung meningkatkan resiliensi rumah tangga dalam memitigasi risiko kekeringan ekstrem yang menjadi karakteristik tahunan di wilayah Bojonegoro. Kondisi geografis batuan karbonat yang menyebabkan sulitnya akses air tanah dangkal menuntut adanya solusi yang lebih efektif daripada sekadar mengandalkan bantuan tangki air pemerintah yang bersifat temporer. Dari perspektif kesehatan publik, efikasi sistem filtrasi multistage yang menggunakan media bioring dan pecahan tembikar terbukti mampu mereduksi polutan mikroskopis serta kadar logam berat seperti Besi (Fe) dan Mangan (Mn) hingga jauh di bawah ambang batas Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan.

Penurunan angka kekeruhan (*turbiditas*) hingga mencapai level 1,59 - 1,72 NTU tidak hanya memberikan jaminan keamanan konsumsi sesuai Permenkes No. 2 Tahun 2023 (< 3 NTU), tetapi juga membangun legitimasi visual yang kuat terhadap kualitas air hujan. Pemanfaatan air hujan secara optimal untuk menghasilkan air bersih dengan biaya terjangkau terbukti memberikan dampak positif terhadap terjaganya pola hidup bersih dan sehat di tingkat rumah tangga (Lestari & Susanto, 2021).

Keberhasilan program ini berakar pada penerapan metode *Participatory Action Research* (PAR), yang mentransformasi peran masyarakat dari sekadar penerima manfaat pasif menjadi subjek inovasi yang aktif. Pelibatan aktif warga sejak tahap identifikasi masalah hingga instalasi fisik bertujuan untuk menumbuhkan rasa kepemilikan (*sense of ownership*) yang tinggi terhadap teknologi yang diterapkan (Pangestu et al., 2018). Melalui mekanisme *hands-on training*, terjadi transfer pengetahuan subjektif (*subjective knowledge*) yang mendalam, di mana warga memahami esensi fungsional setiap lapisan media filter. Fenomena ini selaras dengan kerangka *Technology Acceptance Model* (TAM), di mana faktor pengetahuan subjektif dan persepsi manfaat menjadi determinan utama dalam memperkuat niat masyarakat untuk mengadopsi teknologi IPAH secara berkelanjutan (Suni et al., 2025).

Guna menjamin keberlanjutan (*sustainability*) jangka panjang, strategi kemandirian operasional ditekankan melalui desain yang *maintenance-friendly* atau mudah dirawat secara mandiri tanpa lem (Hafidh et al., 2021). Penggunaan media filtrasi berbasis keramik/tembikar merupakan pilihan teknologi rendah biaya, hemat energi, dan mudah dirawat yang sangat cocok sebagai komplementer pengelolaan air di wilayah gersang (Shafiquzzaman et al., 2020). Selain itu, aspek kelestarian lingkungan tetap terjaga melalui integrasi lubang resapan biopori yang berfungsi mengelola limpasan (*overflow*) agar tetap meresap ke dalam akuifer dangkal guna melakukan konservasi air tanah (Campisano et al., 2017). Pada akhirnya, tingginya tingkat akseptasi publik yang didukung oleh bukti teknis yang valid dan kemudahan operasional memastikan bahwa sistem IPAH di desa Kedungadem bukan sekadar solusi temporer, melainkan sebuah model ketangguhan dan kemandirian masyarakat dalam mengelola sumber daya air hujan secara berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Implementasi teknologi Instalasi Pemanenan Air Hujan (IPAH) di desa Kedungadem terbukti menjadi instrumen strategis dalam mewujudkan kemandirian air bersih di wilayah batuan karbonat yang mengalami paradoks hidrologi. Secara teknis, sistem filtrasi multistage yang memanfaatkan media pecahan tembikar dan bioring menunjukkan efikasi tinggi dalam mereduksi kontaminan fisik dan kimia, seperti turbiditas, Besi (Fe), dan Mangan (Mn), hingga memenuhi Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan menurut Permenkes No. 2 Tahun, 2023. Keberhasilan ini tidak lepas dari penerapan metode *Participatory Action Research* (PAR) yang mentransformasi masyarakat dari penerima manfaat pasif menjadi subjek inovasi yang memiliki kapasitas pemeliharaan mandiri dan *sense of ownership* yang tinggi. Selain menyediakan cadangan air yang mampu mengurangi limpasan permukaan hingga lebih dari 70%, sistem ini juga menjaga tanggung jawab ekologis melalui integrasi lubang resapan biopori sebagai upaya konservasi air tanah yang berkelanjutan.

2. Saran

Keberlanjutan program IPAH ini memerlukan beberapa langkah strategis yang harus dilaksanakan secara integratif dalam satu narasi kebijakan teknis. Demi menjamin keamanan kesehatan masyarakat secara absolut, sangat krusial untuk tetap melakukan proses perebusan atau disinfeksi sebelum air hasil panen dikonsumsi, mengingat hasil evaluasi menunjukkan masih adanya residu aktivitas biologi berupa Total Coliform di beberapa titik lokasi. Selanjutnya, optimalisasi infrastruktur tangkapan perlu menjadi prioritas melalui pemutakhiran material talang dari seng lembaran menjadi pipa PVC guna meminimalisir hambatan aliran dan memaksimalkan debit air yang masuk ke sistem penyimpanan.

Di sisi lain, keberlangsungan fungsi teknis sistem sangat bergantung pada kedisiplinan kolektif dalam melakukan pemeliharaan rutin, khususnya pada pembersihan komponen talang serta penggantian media filter secara berkala untuk menjaga stabilitas kualitas air dalam jangka panjang. Akhirnya, menilik pada tingginya akseptasi publik dan efektivitas empiris yang telah ditunjukkan, model IPAHA ini sangat layak untuk direplikasi secara luas sebagai solusi ketahanan iklim berbasis komunitas di wilayah lain yang memiliki karakteristik geografis serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, A., & Sudirman, S. (2025). Model rainwater harvesting untuk pemenuhan air bersih pada wilayah hunian rawan kekurangan air bersih di perumahan Imbara 4, kota Palopo. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 25(2), 308-317. <https://doi.org/10.35965/eco.v25i2.6708>
- Arfandi, A., Lopa, A. T., & Ahmad, I. A. (2022). Rain water harvesting at the plantation. *Jurnal Pensil: Pendidikan Teknik Sipil*, 11(2), 112-119. <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jpensil/article/view/25805>
- BPBD Bojonegoro. (2024, August 27). *BPBD Bojonegoro terus salurkan bantuan air bersih bagi warga terdampak kekeringan*. <https://bojonegorokab.go.id>
- Campisano, A., Butler, D., Ward, S., Burns, M. J., Friedler, E., DeBusk, K., Fisher-Jeffes, L. N., Ghisi, E., Rahman, A., Furumai, H., & Han, M. (2017). Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives. In *Water Research* (Vol. 115, pp. 195-209). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.02.056>
- Dirgawati, M., Sururi, M. R., & Ridwan, Y. S. (2024). *Planning of rainwater harvesting systems as an alternative technology for providing clean Water in high-density residential areas*. 25(2), 246-256. <https://ejournal.brin.go.id/JTL/article/view/290>
- Fatristya, L. G. I., Saimah, W., Hadi, I., Aryanti, E. (2025). Peran air bersih dan sanitasi dalam meningkatkan kualitas hidup: Tinjauan literatur terhadap pencapaian tujuan SDGs 2030. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 6(1), 596-602. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v6i1.598>
- Fu, Z., Liang, P., Behzad, H. M., Fang, R., Wang, S., & Chen, H. (2024). *Enhancing rainwater harvesting efficiency in karst terrains: The role of road intercepted soil-epikarst lateral flow*. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123730>
- Hadi, A. K., Mrabawani, Rendra, I., Zainuddin, ;, Mohammad, ;, Ikhwan, Z., & Novianto, H. (2026). Landslide Susceptibility Mapping of the Kendeng Zone in Bojonegoro Regency. *SISFO Jurnal Ilmiah*, 10(1), 98-108. <https://doi.org/10.29103/sisfo.v10i1.27033>
- Hafidh, R. A., Widianingsih, I., & Buchari, A. (2021). The Practice of Community-Based Water Resource Management in Rural Indonesia. *Journal of Governance*, 6(2), 216-230. <https://doi.org/10.31506/jog.v6i2.11994>
- Hapsari, J. P., Karmilah, M., Madrah, M. Y., Setiawan, C., Naufal, Z., Fitriyah, A. L., Nurchasanah, J., Mustafidah, I. D., Mafaza, A. N., & Agusta, A. K. (2025). Integration of Smart Rainwater Harvesting and Islamic Ecological Ethics: IoT-Based Community Empowerment in a Coastal Area of Demak. *Dimas: Jurnal Pemikiran Agama Untuk Pemberdayaan*, 25(2), 145-165. <https://doi.org/10.21580/dms.v25i2.29198>
- Heston, Y. P., Aqsha, S. H., & Hapsari, E. (2022). Ide inovasi teknologi air bersih dari pelaksanaan program PAMSIMAS di kabupaten Kebumen,

- kabupaten Rembang, dan kepulauan Selayar. *Jurnal Permukiman*, 17(1), 16–27. <https://doi.org/10.31815/jp.2022.17.16-27>
- Huda, M. M., Ikhwan, M. Z., & Rendra, M. I.. (2024). Pendekatan Analisis Spasial untuk Deteksi Kerawanan Longsor di Kecamatan Kedungadem Kabupaten Bojonegoro. *INFORMASI (Jurnal Informatika dan Sistem Informasi)*, 16(1), 98-119. <https://doi.org/10.37424/informasi.v16i1.297>
- Kurniawan, E. A., Ramadani, R. N., & Wijaksana, I. K. (2023). Kajian penyediaan air bersih alternatif melalui pemanenan air hujan di kawasan industri Citatah. *Jurnal Inovasi Pertambangan Dan Lingkungan*, 3(1), 34–42. <https://doi.org/10.15408/jipl.v3i1.31844>
- Lestari, F., & Susanto, T. (2021). Pemanenan air hujan sebagai penyediaan air bersih pada era new normal di kelurahan Susunan Baru. *Jurnal Selaparang*, 4(2), 427–434. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i2.4447>
- Lubis, R. P. (2024). Penerapan Sistem Pemanenan Air Hujan (RWH) untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih masyarakat Sebagai Perencanaan Wilayah Desa Klambir V Kebun, Kecamatan Hamparan Perak, Deli Serdang. *Jurnal Minfo Polgan*, 13(1), 1211–1219. <https://doi.org/10.33395/jmp.v13i1.14012>
- Malikah, A. L., & Yekti, M. I. (2025). Pemanfaatan sumur resapan pada rainwater harvesting di kawasan perumahan, Tlogoadi, Sleman. *Journal of Civil Engineering and Sustainable Infrastructure (CENTER)*, 2(2), 78–89. <https://journal.uny.ac.id/publications/center/article/view/2046>
- Pangestu, A. B., Wisesa, A., & Putranto, N. A. R. (2018). A participatory action research-based community development program to overcome problem of access to fresh water: Case study of Malingping village, West Bandung. *The Asian Journal of Technology Management*, 11(2), 70–78. <https://doi.org/10.12695/ajtm.2018.11.2.1>
- Peker, E., & İlhan, A. (2023). Catalysing the realisation of rainwater harvesting systems through participatory action research. *Habitat International*, 140, 102927. <https://doi.org/10.1016/J.HABITATINT.2023.102927>
- Permenkes No. 2 Tahun. (2023). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan*. www.peraturan.go.id
- Shafiquzzaman, M., Haider, H., Ghazaw, Y. M., Alharbi, F., Alsaleem, S. S., & Almoshaogeh, M. (2020). Evaluation of a low-cost ceramic filter for sustainable reuse of urban stormwater in arid environments. *Water (Switzerland)*, 12(2), 460. <https://doi.org/10.3390/w12020460>
- Suni, S., Firdaous, M. H., Zailani, F. F., Gödeke, S., Mohd Raffi, R., & Abas, P. E. (2025). Urban Water Management and Public Acceptance of Rainwater Harvesting Systems: Insights from Young and Educated Respondents in Muslim Communities. *Sustainability (Switzerland)*, 17(7), 3046. <https://doi.org/10.3390/su17073046>
- United Nations. (2015). *United Nations – Sustainable Development Goals*. United Nations–Sustainable Development Goals. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>
- Wibowo, S. S., Amirah, S. D. N., Khairunnisa, S. I., Yumaroh, S., Tadzkiroh, U., Herawati, V. D., Rahmadhani, V. A., Putri, Y. S., Nisa, Z. U., Kurniawati, Z., & Putro, S. (2022). Implementation of Rainwater Harvesting Integrated Farming to realize Sustainable Development Goals (SDGs). In *Journal of Community Services and Engagement: Voice of Community*, 2(3), 1-9. <https://doi.org/10.23917/voc.v2i3.1850>