

## Teknologi Pemanen Air Hujan dan Drainase Vertikal

Afik Hardanto\*, Ardiansyah, Asna Mustofa

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto Utara, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia

Submitted: 15 Juni 2019; Revised: 05 Maret 2020; Accepted: 25 Juni 2020

### Kata Kunci:

Air domestik  
Drainase  
vertikal  
Konservasi  
sumber daya air  
Teknologi  
pemanen air  
hujan

**Abstrak** Penurunan luas lahan terbuka akibat permukiman berdampak pada penurunan pengisian air tanah dan meningkatnya laju aliran permukaan. Teknologi Pemanen Air Hujan (PAH) dan Drainase Vertikal (DV) menjadi alternatif solusi. Selain aspek lingkungan, air hujan memenuhi syarat kualitas air minum. Tujuan pengabdian masyarakat ini adalah meningkatkan pengetahuan mitra perihal konservasi dan teknologi sumber daya air serta replikasi dalam skala rumah tangga. Implementasi program pengabdian masyarakat dilaksanakan di Desa Kaliori, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Metode pelaksanaan meliputi pengumpulan data dasar kondisi masyarakat, penyuluhan, diseminasi teknologi, dan evaluasi program. Diseminasi teknologi dilakukan di rumah salah satu mitra yang berada di kawasan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kaliori. Setelah implementasi program, pengetahuan mitra tentang teknologi yang didesiminasikan meningkat. Pada saat program dijalankan, kinerja teknologi PAH dan DV belum bisa diaplikasikan karena kemarau panjang. Hal ini menjadi salah satu faktor yang menyebabkan mitra belum memiliki keinginan kuat untuk mereplikasi teknologi yang diperkenalkan. Peningkatan pengetahuan mitra tentang pentingnya air hujan bagi pemenuhan kebutuhan rumah tangga dan pengisian air tanah diharapkan menjadi budaya baru bagi mitra dalam konservasi sumber daya air.

### Keywords:

Domestic water  
Rain-harvesting  
technology  
Vertical drainage  
Water resource  
conservation

**Abstract** Open land degradation due to increasing settlement area can cause water shortage (i.e. water recharging reduction and run off enhancement). Rain harvesting and vertical drainage approach could be an alternative solution. Additionally, rainwater is a potential water source for domestic water. This social empowerment program aims to increase our partner knowledge and ability on water resource protection. The program was conducted in Kaliori Village, Banyumas Regency, Central Java Province. Some programs were applied such as collecting the data of partner profile, counselling, dissemination of technology, and evaluation. Technology dissemination was conducted in one of member located around Kaliori Landfill. The results showed knowledge improvement of partner about water resource conservation including rain harvesting and vertical drainage approach. However, lack of the equipment performance due to longer dry season during program. It could affect the partner motivation on approach replication. Partner knowledge improvement on water resource and the technology (i.e. rain harvesting and vertical drainage approach) was expected to improve habits on water resource conservation.

## 1. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk Indonesia selama dua dekade terakhir mengalami peningkatan, bahkan pada 2035

peningkatan tersebut diprediksi akan mencapai 28% dengan kepadatan penduduk terbesar berada di daerah urban, yaitu 56,4% (Worldometers, 2018). Peningkatan jumlah penduduk diikuti dengan peningkatan

ISSN 2460-9447 (print), ISSN 2541-5883 (online)

\*Corresponding author : Afik Hardanto  
Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. DR. Soeparno No.63, Karang Bawang Grendeng, Purwokerto Utara, Banyumas 53122, Jawa Tengah, Indonesia  
Email: [hardanto.unsoed@gmail.com](mailto:hardanto.unsoed@gmail.com)

Copyright © 2019 Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement).  
This work is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

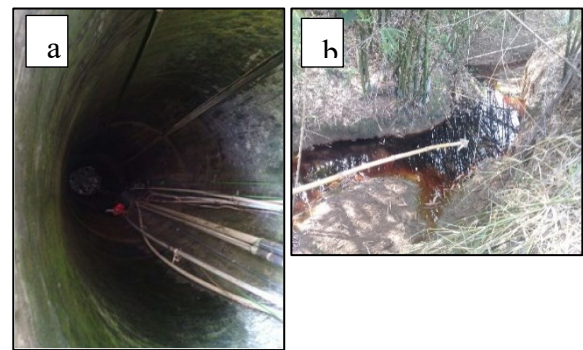
kebutuhan air rumah tangga dan berkurangnya lahan terbuka yang berfungsi sebagai daerah tangkapan hujan karena beralih fungsi menjadi lahan pemukiman. Peningkatan kawasan permukiman dan industri terjadi di beberapa wilayah di Indonesia, yaitu Blitar, Bandung, Yogyakarta, dan Banyumas (Prihatin, 2016; Santoso, 2016; Sultoni et al., 2014). Alih fungsi lahan menjadi kawasan industri dan permukiman mengakibatkan sumber daya air menurun karena proses pengisian air tanah (*water recharging*) berkurang serta aliran permukaan (*run off*) meningkat (Owuor et al., 2016).

Tingkat kesadaran masyarakat tentang pentingnya konservasi sumber daya air serta teknologinya masih rendah. Larayana et al. (2016) melaporkan bahwa pengetahuan rata-rata masyarakat daerah perkotaan perihal konservasi sumber daya air dan pengelolannya masih di bawah 50% dari total responden yang digunakan. Pemahaman dalam skala Daerah Aliran Sungai (DAS) juga masih rendah (Sudama & Widyantra, 2016). Oleh karena itu, diperlukan sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat tentang konservasi sumber daya air dan teknologi yang menyertainya. Proses edukasi teknologi konservasi sumber daya air sudah dilakukan di beberapa lokasi, terutama daerah krisis air bersih (Cahyadi & Tivianton, 2017; Erdana & Pamungkas, 2016). Hal tersebut mendorong dilaksanakannya edukasi teknologi Permanen Air Hujan (PAH) dan Drainase Vertikal (DV) di daerah krisis air bersih di Kabupaten Banyumas. Mitra kegiatan ditentukan oleh tim pelaksana kegiatan berdasarkan kriteria akses air bersih dan kesiapan masyarakat untuk menerima teknologi yang diberikan. Berdasarkan kriteria tersebut diperoleh mitra untuk kegiatan ini, yaitu kelompok masyarakat di RT 04/RW 03, Dusun Pejanten, Kecamatan Kaliori, Kabupaten Banyumas. Lokasi terletak sekitar 12,3 km dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Universitas Jenderal Soedirman.

Lokasi mitra dikenal sebagai daerah krisis air bersih sehingga sering mendapat bantuan air bersih dari pemerintah ketika musim kemarau panjang tiba. Berdasarkan data dari ketua RT 04 diketahui bahwa di kawasan yang dihuni 50 kepala keluarga tersebut hanya terdapat dua sumur yang bisa dimanfaatkan sehingga kebutuhan air konsumsi masyarakat tidak terpenuhi ketika musim kemarau. Keterbatasan jumlah sumur tersebut disebabkan biaya pembuatan dan operasional yang besar karena satu sumur memerlukan kedalaman rata-rata 20 m (Gambar 1a). Keterbatasan jumlah sumur di lokasi mitra membuat masyarakat mencari sumber lain, seperti sumber air dan air sungai. Kualitas air sungai lebih rendah daripada air sumur, baik dari sifat fisik (kekeruhan), kimiawi (kandungan nitrat terlarut) maupun kandungan bakteri berbahaya, seperti *E. coli*

(Sutriadi & Sukristiyonubowo, 2013; Mahyudin et al., 2015; Nasioiwanti, 2017).

Lokasi mitra juga berdekatan dengan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kaliori. Jarak lokasi mitra dengan TPA yang dekat memungkinkan terjadinya pencemaran air sumur. Contohnya ialah kontaminasi bakteri *E. coli* ataupun zat berbahaya dalam dosis yang tidak terkendali, seperti senyawa Fe (Gambar 1b). Prasetyo (2012) melaporkan bahwa kualitas air sumur di sekitar TPA Banjaran (Kabupaten Purbalingga) tidak memenuhi baku air bersih karena kandungan bakteri *E. coli* mencapai 10,112 mg/l sampai 14,536 mg/l, padahal ambang batas yang ditetapkan hanya sebesar 10 mg/l.



**Gambar 1** (a) Sumur di lokasi mitra berkedalaman sekitar 20 m; (b) Kondisi pencemaran air sungai yang mungkin disebabkan air lindi dari TPA Kaliori

Syarat baku air minum harus memenuhi semua aspek fisis, biologis, dan kimiawi. Di beberapa negara lain, air hujan menjadi pilihan utama untuk memenuhi kebutuhan air konsumsi karena kualitasnya lebih baik daripada air tanah ataupun sungai. Kualitas air hujan sebagai sumber air minum di Indonesia telah diteliti oleh Anuar et al. (2015). Anuar et al. (2015) menyatakan bahwa air hujan masih sangat layak digunakan sebagai sumber air konsumsi karena masih memenuhi standar baku air minum daripada air sungai dan air sumur.

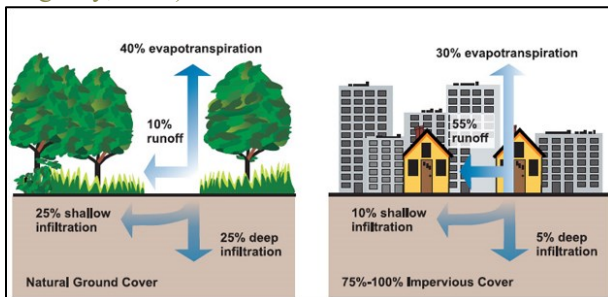
Selain untuk memenuhi kebutuhan air rumah tangga, teknologi PAH dan DV dapat digunakan untuk mendukung usaha konservasi sumber daya air. Teknologi tersebut mampu mempertinggi *water recharging* sehingga air bisa dirasakan manfaatnya ketika musim kemarau karena di lokasi mitra, air sumur mengering ketika kemarau panjang. Pada musim hujan, teknologi PAH dan DV dapat mengurangi *run off* sehingga terhindar dari risiko banjir (Rao & Giridhar, 2014). Tujuan program pemberdayaan masyarakat ini adalah meningkatkan pengetahuan mitra terkait usaha konservasi sumber daya air, yaitu dengan penerapan teknologi PAH dan DV dan membangun keinginan replikasi pada mitra dalam skala rumah tangga masing-masing.

Dalam sistem hidrologi berliku hubungan antara *inflow* dan *outflow* yang selalu setimbang. Hubungan tersebut secara matematis digambarkan dengan

kesetimbangan air (*water balance*). Menurut Sokolov & Chapman (1974), *water balance* adalah hubungan antara aliran permukaan, kandungan air tanah, dan hujan yang secara sederhana diformulasikan seperti berikut.

$$Q = P - S'$$

Formulasi tersebut berarti bahwa perubahan kandungan air tanah ( $S'$ ) akan dipengaruhi oleh besarnya laju aliran permukaan ( $Q$ ) karena air hujan adalah variabel independen (tidak terpengaruh oleh variabel lain). Salah satu cara untuk meningkatkan cadangan air tanah adalah dengan memperkecil nilai aliran permukaan. Aliran permukaan sangat ditentukan oleh tata guna lahan. Apabila tata guna lahan di permukaan berupa vegetasi dan serasah, *run off* hanya sebesar 10% dari total *inflow* (air hujan) dan pengisian air tanah mampu mencapai sekitar 50%. Adapun pada tata guna lahan perkotaan yang tidak terdapat lahan terbuka dan semua lapisan didominasi oleh bangunan serta material *impermeable* (beton, semen, dll.), nilai *run off* akan meningkat hingga lima kali lipat (sekitar 55%). Kenaikan nilai *run off* tersebut berdampak pada menurunnya nilai infiltrasi atau proses *recharging* air tanah, yaitu sekitar 40% (Environmental Protection Agency, 2008).



Gambar 2 Penurunan pengisian air tanah akibat perubahan tata guna lahan dari lahan terbuka (hutan) ke kawasan permukiman (Environmental Protection Agency, 2008)

Penurunan pengisian air tanah akan menimbulkan kelebihan aliran permukaan pada saat intensitas hujan tinggi (banjir) dan minimnya cadangan air tanah pada saat kemarau (kekeringan). Oleh karena itu, diperlukan rekayasa untuk mempertinggi *water recharging* dan menurunkan laju aliran air permukaan. Teknologi PAH dan DV merupakan salah satu rekayasa pemanfaatan air hujan untuk memenuhi kebutuhan air rumah tangga dan membuang kelebihan air hujan ke dalam tanah sebagai *water recharging* sehingga *run off* bisa diturunkan (Kashiwar et al., 2016). Prinsip ini membuat teknologi PAH mampu menjaga dan meningkatkan kuantitas air tanah, terutama pada saat musim kemarau. Selain perbaikan kuantitas, air hujan juga memiliki kualitas lebih baik daripada sumber air lainnya serta memenuhi persyaratan sebagai air baku minum (Anuar et al., 2015; Kemenkes RI, 2010). Dalam kondisi tanpa polutan, air hujan bersifat netral karena air yang ter-*evapotranspirasi*-kan telah mengalami proses

kondensasi dan pemurnian di atmosfer. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa kualitas air hujan lebih baik daripada sumber air lainnya, seperti air sumur, air sungai, dan mata air. Kandungan logam berat dan bakteri *E. coli* yang sangat rendah (di bawah 20 mg/l) membuat air hujan sangat layak dijadikan air konsumsi (Anuar et al., 2015). Oleh karena itu, teknologi PAH cocok diterapkan di daerah permukiman yang rawan air bersih dan curah hujan cukup.

## 2. METODE PELAKSANAAN

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah metode penerapan IPTEKS yang meliputi transfer pengetahuan, diseminasi teknologi, dan evaluasi bersama.

### 2.1 Transfer pengetahuan

Teknologi PAH adalah teknologi penting dalam usaha konservasi sumber daya air. Oleh karena itu, perlu dilakukan transfer pengetahuan perihal teknologi tersebut kepada masyarakat. Pada proses transfer pengetahuan, mitra diharapkan memahami kaidah-kaidah konservasi, pentingnya konservasi, dan memahami usaha yang harus dilakukan. Jenis kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah pemaparan dan diskusi. Pemaparan dilakukan dengan simulasi dan analogi mengingat pendidikan mitra yang hanya tingkat menengah ke bawah. Pada tahap ini juga dilakukan *pre-test* (sebelum kegiatan dilaksanakan) untuk melihat tingkat pemahaman mitra perihal konservasi sumber daya air dan teknologi yang akan didiseminasikan.

### 2.2 Diseminasi teknologi

Pada tahap ini, pendampingan dan pelatihan diutamakan sehingga mitra memiliki keterampilan untuk menerapkan teknologi yang disampaikan. Kegiatan dimulai dengan perancangan teknologi sesuai konstruksi atap rumah, mendesain talang dan menentukan tata letak penyimpanan air sehingga memudahkan operasional. Materi tentang teknologi PAH yang disampaikan pada tahap ini meliputi fungsi *screen* kasar, *screen* halus, dan fungsi klep pembuangan air awal. Tahap diseminasi teknologi dilakukan di salah satu rumah mitra yang dijadikan sebagai percontohan.

### 2.3 Evaluasi bersama

Pada tahap ini dilakukan *post-test* untuk melihat tingkat pemahaman, motivasi, dan dampak program terhadap pengetahuan dan perilaku mitra. Tolok ukur keberhasilan program penerapan teknologi adalah ketika masyarakat dapat memahami pentingnya konservasi air serta mengetahui berbagai macam teknologinya. Setelah memahami konsep tersebut, masyarakat kemudian diharapkan berani untuk berusaha secara individu dan kelompok. Salah satunya



ialah dengan melakukan replikasi dari contoh diseminasi yang telah dilakukan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Persiapan program

Program diawali dengan koordinasi dengan perwakilan mitra yang menyangkut rencana dimulainya program, agenda selama pelaksanaan program, dan ekspektasi awal mitra. Pertemuan yang dilaksanakan meliputi silaturahmi dan proses perizinan kepada tokoh setempat, pertemuan dengan kelompok mitra (berupa penyuluhan dan *pre-test*), dan pemilihan lokasi diseminasi teknologi (beberapa lokasi ditawarkan pada saat pertemuan). Kegiatan selanjutnya ialah belanja alat dan bahan, pembuatan instalasi, pemasangan dan perakitan di lokasi mitra, uji coba ketika hujan, dan pendampingan teknis pemasangan serta perawatan.

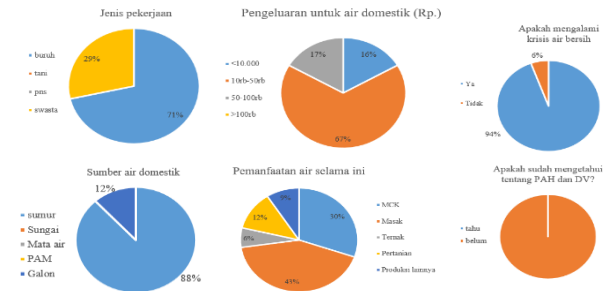
#### 3.2 Pelaksanaan program

Transfer pengetahuan dilakukan dengan memberikan pengetahuan awal kepada warga (Gambar 3) serta *pre-test* untuk mengetahui tipologi dan pengetahuan mitra perihal konservasi air beserta teknologinya. Berdasarkan hasil *pre-test* yang dilakukan kepada 28 warga yang hadir diperoleh tipologi mitra, yaitu sebagian besar berprofesi sebagai buruh (71%) dan sisanya berprofesi sebagai karyawan swasta dengan biaya pengeluaran untuk pemenuhan air bersih sekitar 10—50 ribu/pekan (67%). Pada musim kemarau, sebagian besar warga mengalami krisis air bersih karena air sumur (88%) mengering.

Berdasarkan penggunaan air, 73% responden mitra menggunakan air untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Pada saat dilakukan pendampingan, 94% warga menyatakan bahwa mereka mengalami krisis air bersih karena musim kemarau dan keberadaan TPA Kaliori. Semua mitra yang hadir juga menyatakan bahwa mereka belum mengetahui perihal teknologi PAH dan DV (Gambar 4). Pemahaman beberapa teknik konservasi juga diberikan kepada warga dalam kegiatan penyuluhan di lokasi mitra dengan pemaparan dan diskusi. Sebelum penutupan, salah satu warga bersedia apabila rumahnya dijadikan lokasi diseminasi teknologi PAH dan DV.

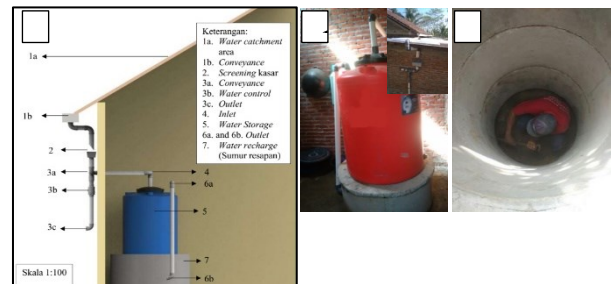


Gambar 3 Proses transfer pengetahuan perihal konservasi sumber daya air, pengenalan teknologi PAH dan DV kepada mitra, serta pelaksanaan *pre-test*



Gambar 4 Hasil *pre-test* tipologi kondisi kelompok mitra dan pengetahuan awal terkait teknologi PAH dan DV yang didiseminasikan

Tahap selanjutnya adalah survei peralatan dan bahan untuk pembuatan instalasi awal. Pembuatan teknologi PAH dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Pengelolaan Bio-Lingkungan, Universitas Jenderal Soedirman. Teknologi PAH merupakan teknologi sederhana dengan beberapa bagian utama (Gambar 5a). Komponen teknologi tersebut, antara lain, filter kasar untuk menyaring kotoran serasah dan debu, *outlet* untuk mengeluarkan air hujan pada saat hujan awal (sekitar 20 menit pertama apabila hujan deras; apabila hujan ringan, air tidak ditampung di penyimpanan), penyaring halus sebelum masuk ke penyimpanan (Gambar 5b), dan drainase vertikal (kedalaman 3m, diameter 80cm, Gambar 5c).



Gambar 5 (a) Desain teknologi PAH dan DV; (b) Diseminasi di lokasi mitra dengan menyesuaikan kondisi atap rumah; (c) Penempatan dan pembuatan DV

Setelah diseminasi teknologi PAH dan DV, dilakukan pertemuan untuk evaluasi program sekaligus *post-test* guna mengetahui tingkat pengetahuan dan keinginan mitra terkait dengan replikasi teknologi yang diberikan. Berdasarkan hasil *post-test* diketahui bahwa terjadi peningkatan pengetahuan perihal pentingnya usaha konservasi sumber daya air dan perihal teknologi PAH dan DV. Adapun keinginan mitra untuk mereplikasi hanya sekitar 53,6% mengingat teknologi yang disampaikan belum terlihat kinerjanya dan instalasi yang membutuhkan biaya (Tabel 1). Meskipun di lokasi mitra turun hujan ketika pelaksanaan program diseminasi teknologi, Provinsi Jawa Tengah (termasuk Kabupaten Banyumas) sedang mengalami kemarau panjang.

**Tabel 1** Perubahan pengetahuan dan motivasi mitra tentang teknologi PAH dan DV (n=28)

No.	Indikator	Hasil Pre-test (%)	Hasil Post-test (%)
1.	Mengetahui dan memahami perihal teknologi PAH dan DV.	0	67,9
2.	Akan mereplikasi di skala rumah tangga.	-	53,6

### 3.3 Kendala dan evaluasi program

Kendala yang dihadapi ketika implementasi program adalah kemarau panjang. Pada saat diseminasi teknologi PAH dan DV terjadi beberapa kejadian hujan tetapi dengan intensitas rendah sehingga manfaat diseminasi teknologi tidak dapat dirasakan secara langsung. Menurut BMKG (2018), musim hujan di Kabupaten Banyumas mundur dari waktu normal dan intensitas hujan rendah. Fenomena tersebut dipengaruhi beberapa faktor, yaitu *El Nino* dan *La Nina*, *Dipole Mode*, sirkulasi monsun Asia – Australia, daerah pertemuan angin antar-tropis (*Inter Tropical Convergence Zone* (ITCZ)), dan suhu permukaan laut di wilayah Indonesia. Berdasarkan kejadian hujan normal rata-rata tahunan, Kabupaten Banyumas termasuk wilayah dengan intensitas hujan tinggi, yaitu sekitar 2.343 mm/tahun (Climate-Data.org, 2018). Berdasarkan pengamatan di lapangan, lokasi mitra termasuk daerah krisis air yang mendapatkan bantuan air bersih (pengiriman tangki air bersih) dari Pemerintah Daerah Kabupaten Banyumas. Krisis air bersih di Banyumas pada musim kemarau 2018 diperkirakan semakin meluas (Widiyatno, 2018).

## 4. KESIMPULAN

Masyarakat luas, terutama warga di lokasi mitra, yaitu RT 04/RW 03, Dusun Pejanten, Kecamatan Kaliori, Kabupaten Banyumas belum mengenal teknologi PAH dan DV. Setelah pelaksanaan program, terjadi peningkatan pemahaman mitra terkait konservasi sumber daya air serta teknologi PAH dan DV meskipun manfaat teknologi tersebut belum terlihat secara langsung pada saat program diseminasikan karena kendala kemarau panjang di lokasi mitra dan instalasi serta perawatan yang memerlukan biaya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Bapak Heri selaku ketua RT 04/RW 03, Dusun Pejanten, Kecamatan Kaliori, Kabupaten Banyumas yang telah membantu koordinasi selama pelaksanaan program; Bapak Turmanto yang bersedia rumahnya dijadikan lokasi diseminasi teknologi PAH dan DV; saudara Nurul Sa'lsabila dan Utari yang telah membantu desain, instalasi dan pemasangan alat; dan warga Desa Kaliori yang telah bersedia menjadi mitra dalam kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Universitas Jenderal Soedirman yang telah mendukung pelaksanaan kegiatan ini melalui dana BLU (Nomor:

Kept. 2353/UN23.14/PM.01.00/2018) tentang program penerapan IPTEKS.

## REFERENSI

- Anuar, K., Ahmad, A., & Sukendi, S. (2015). Analisis Kualitas Air Hujan sebagai Sumber Air Minum terhadap Kesehatan Masyarakat (Studi Kasus di Kecamatan Bangko Bagansiapiapi). *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 2(1), 32–39. <https://doi.org/10.31258/dli.2.1.p.32-39>
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) (2018). Retrieved from <https://www.bmkg.go.id/iklim/prakiraan-musim.bmkg>
- Cahyadi, A. & Tivianton, T.A. (2017). Persepsi Masyarakat terhadap Pemanenan Air Hujan dan Dampaknya terhadap Ketahanan Sumber daya Air di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. In Muh Aris Marfai & M. Widyastuti (Eds.), *Pengelolaan Lingkungan Zamrud Khatulistiwa* (pp. 92–98). Yogyakarta, Indonesia: Pital.
- Climate-Data.org: Banyumas Climate (Indonesia). (2018). Retrieved from <https://en.climate-data.org/asia/indonesia/banyumas-583839/>
- Environmental Protection Agency. (2008). *Reducing urban heat islands: Compendium of strategies*. Washington, USA: US Environmental Protection Agency.
- Erdana, P.D.H. & Pamungkas, T.H. (2016). Teknologi Pemanen Air Hujan di Perkotaan: Suatu Pengantar. *Jurnal Teknik Gradien*, 8(1), 96–106.
- Kashiwar, S.R., Dongarwar, U.R., Mondal, B., & Kundu, M.C. (2016). An Overview on the Ground Water Recharge by Rain Water Harvesting. *Journal of Energy Research and Environmental Technology*, 3(2), 146–148.
- Kementerian Kesehatan RI. (2010). Permenkes RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Kementerian Kesehatan RI, Jakarta.
- Larayana, A., Lopang, I., & Kusumawati, E. (2016). Upaya Meningkatkan Kepedulian Masyarakat terhadap Konservasi Air. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat - Sendimas 2016*, 524–536. <https://doi.org/10.21460/sendimas2016.2016.01.61>
- Mahyudin, Soemarno, & Prayogo, T.B. (2015). Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*, 6(2), 105–114.
- Nasiowanti, R.A. (2017). *Tipikal Kualitas Air Tanah Bebas di Antara Sungai Donan dan Sungai Serayu Kabupaten Cilacap* (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto.
- Owuor, S. O., Butterbach-Bahl, K., Guzha, A. C., Rufino, M. C., Pelster, D. E., Diaz-Pinés, E., & Breuer, L. (2016). Groundwater recharge rates and surface runoff response to land use and land

- cover changes in semi-arid environments. *Ecological Processes*, 5(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s13717-016-0060-6>
- Prasetyo, N.W. (2012). *Kualitas Air Tanah di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Banjaran, Kecamatan Bojongsari, Kabupaten Purbalingga* (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto.
- Prihatin, R.B. (2016). Alih Fungsi Lahan di Perkotaan (Studi Kasus di Kota Bandung dan Yogyakarta). *Jurnal Aspirasi*, 6(2), 105–118. <https://doi.org/10.22212/aspirasi.v6i2.507>
- Rao, R. & Giridhar, M.V.S.S. (2014). Rooftop Rainwater Harvesting for Recharging Shallow Groundwater. *Journal Geology and Geosciences*. 3(6), 1—6. <https://doi.org/10.4172/2329-6755.1000172>
- Santoso, D. (2016). Faktor-Faktor yang Memengaruhi Alih Fungsi Lahan Pertanian Menjadi Perumahan di Kelurahan Beru Kecamatan Wlingi Kabupaten Blitar. *Jurnal pendidikan Geografi*, 03(03), 178—184.
- Sokolov, A.A. & Chapman, T.G. (1974). *Methods for water balanced computations*. Paris: The UNESCO Press.
- Sudarma, I.M. & Widyantara, W. (2016). Persepsi Masyarakat terhadap Ekosistem Daerah Aliran Sungai Ayung Menuju Sumber Daya Air Berkelanjutan. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 16(2), 78—91. <https://doi.org/10.24843/blje.2016.v16.i02.p01>
- Sultoni, M., Sutomo, & Suwarno. (2014). Kajian Perubahan Penggunaan Lahan Pertanian ke Non-Pertanian di Desa Ledug Kecamatan Kembaran Kabupaten Banyumas Tahun 2002 dan 2012. *Geoedukasi*, 3(2), 111—114.
- Sutriadi, M.T. & Sukristiyonubowo. (2013). Pencemaran Nitrat pada Air Sungai sub DAS Klakah, DAS Serayu di Sistem Pertanian Sayuran Dataran Tinggi. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 37(1), 35—44.
- Widiyatno, E. (2018, Juli 27). *Krisis Air Bersih di Banyumas Makin Meluas*. Republika. Retrieved from <https://republika.co.id/berita/pcip3t370/krisis-air-bersih-di-banyumas-makin-meluas>
- Worldometers (2018, Desember 20). *Indonesia Population (LIVE)*. Retrieved from <https://www.worldometers.info/world-population/indonesia-population/>