

Histori Naskah

Diserahkan	:	08 November 2024
Direvisi	:	05 Desember 2024
Diterima	:	07 Desember 2024

Penerapan Internet of Things untuk Penyediaan Air Bersih di Desa Jedung Kecamatan Gunungpati Kota Semarang

Agung Nugroho¹, Laeli Kurniasari², Isnanto Prasetyo Jati¹,
Riska Prianto¹, Ardi Tio Ageng Nugroho¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim,
Semarang, Indonesia

² Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim,
Semarang, Indonesia

*Corresponding Author: e-mail: agung.nugroho@unwahas.ac.id

ABSTRACT

The availability of clean water is one of the basic needs that remains a challenge for communities in various regions, including Jedung Village, Nongkosawit, Semarang. The main issue faced is the quality of the artesian well water, which is turbid, colored, foul-smelling, and contains heavy metals such as iron, affecting the health and daily activities of the community. This community service program aims to improve the quality of clean water in Jedung by implementing an automated filtration system based on the Internet of Things (IoT) integrated with auto blowdown technology. This technology enables real-time water quality monitoring and automatic filter cleaning when necessary. The implementation of this system showed that the IoT-based filtration successfully reduced water turbidity from 50 NTU to 5 NTU and lowered iron levels from 1.5 mg/L to 0.2 mg/L. In addition, this technology facilitates the community in monitoring and maintaining the filtration system through an IoT application. However, challenges still include maintenance costs and the need for technical assistance to ensure the system's sustainability. Overall, the application of this technology provides positive benefits in improving access to clean water and empowering the community to manage water resources more sustainably.

Keywords: Clean water access; Internet of Things (IoT); Automated filtration system; Water turbidity; Sustainable water management.

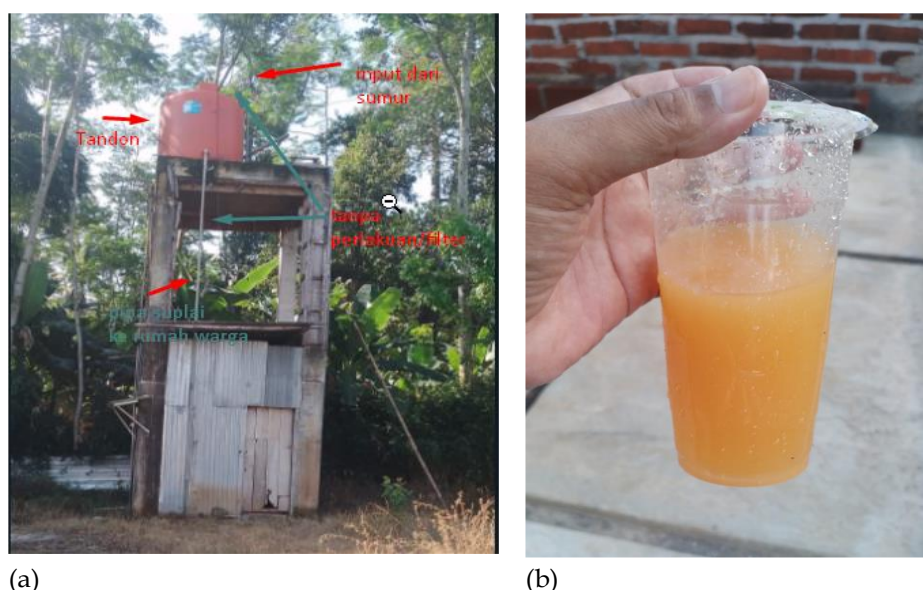
ABSTRAK

Ketersediaan air bersih merupakan salah satu kebutuhan dasar yang masih menjadi tantangan bagi masyarakat di berbagai daerah, termasuk Desa Jedung, Nongkosawit, Semarang. Permasalahan utama yang dihadapi adalah kualitas air sumur artesis yang keruh, berwarna, berbau, dan mengandung logam berat seperti besi, yang berdampak pada kesehatan dan kegiatan sehari-hari masyarakat. Program pengabdian ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas air bersih di Jedung dengan menerapkan sistem filtrasi otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dilengkapi teknologi auto blowdown. Teknologi ini memungkinkan pemantauan kualitas air secara langsung dan pembersihan filter secara otomatis ketika diperlukan. Kesimpulan dari kegiatan ini menunjukkan bahwa filtrasi berbasis IoT berhasil menurunkan kekeruhan air dari 50 NTU menjadi 5 NTU, serta mengurangi kadar besi dari 1,5 mg/L menjadi 0,2 mg/L. Selain itu, teknologi ini mempermudah masyarakat dalam memantau dan merawat sistem filtrasi melalui aplikasi IoT. Meskipun demikian, tantangan yang masih dihadapi adalah biaya pemeliharaan dan kebutuhan pendampingan teknis agar sistem ini tetap berkelanjutan. Secara keseluruhan, penerapan teknologi ini memberikan manfaat positif terhadap peningkatan akses air bersih dan pemberdayaan masyarakat dalam mengelola sumber daya air secara lebih berkelanjutan.

Kata Kunci: akses air bersih, Internet of Things (IoT), sistem penyaringan otomatis, kekeruhan air, manajemen air berkelanjutan

PENDAHULUAN

Air bersih dan sehat merupakan kebutuhan esensial bagi kehidupan manusia. Manusia memerlukan air untuk berbagai aktivitas, seperti minum, memasak, dan keperluan mandi, cuci, dan kakus (MCK). Air yang layak konsumsi adalah air yang jernih, memiliki pH yang normal, tidak berbau, dan tidak mengandung mineral berlebihan, seperti besi (Fe) atau mangan (Mn). Namun, hingga saat ini, pemenuhan kebutuhan air bersih masih menjadi tantangan besar, terutama di daerah yang belum terjangkau oleh layanan PDAM. Akibatnya, banyak masyarakat yang mengandalkan air dari sumur gali atau sumur artesis (Wahyuni, Sari, dan Afidah 2017). Kuantitas air dari sumur gali sangat bergantung pada kondisi cuaca setempat. Pada musim kemarau, pasokan air dari sumur sering kali mengalami kekeringan. Beberapa daerah bahkan memiliki kondisi tanah yang kurang mendukung, sehingga air dari sumur dengan kedalaman kurang dari 80 meter seringkali tidak memenuhi standar kualitas air karena mengandung bau dan mineral yang melebihi ambang batas aman (Makhrani dan Kasim 2019).



Gambar 1. (a). Sumber air artetis Jedung, (b). Kondisi air sumur artetis

Kondisi serupa juga dihadapi oleh warga Jedung, yang berada di Kelurahan Nongkosawit, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang. Warga setempat saat ini mengandalkan sumur artetis dengan kedalaman 120 meter. Namun, air yang dihasilkan masih keruh (lihat gambar 1), berwarna kekuningan, dan berbau seperti besi. Oleh karena itu, air tersebut belum memenuhi standar air bersih dan sehat sesuai dengan peraturan yang berlaku, sehingga tidak dapat digunakan secara optimal untuk kebutuhan sehari-hari (Arundina et al. 2022).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sebuah solusi berupa perlakuan pada air, salah satunya dengan menggunakan proses filtrasi atau penyaringan air. Dalam hal ini, teknologi Internet of Things (IoT) dapat digunakan untuk mengoptimalkan proses filtrasi dan memonitor waktu yang tepat untuk melakukan proses backwash pada filter air secara otomatis (Anshar et al. 2018) (Anshar et al., 2018; Ilyas, Tan, dan Kaleka 2021).

Filtrasi adalah proses penyaringan untuk menghilangkan zat-zat tersuspensi dalam air melalui media berpori, seperti pasir aktif, zeolit, karbon aktif, atau pasir silika. Teknologi ini terbukti efektif dalam mengurangi kandungan zat berbahaya, seperti sulfur, besi, dan mangan. Dengan memanfaatkan IoT, proses filtrasi dapat dimonitor secara otomatis, termasuk untuk mendeteksi waktu yang tepat untuk melakukan backwash, sehingga air yang dihasilkan lebih optimal (Fatoni dan Lazim 2019) (Pratama dan et al. 2021).

Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa filtrasi dapat mengurangi kadar zat berbahaya dalam air, sehingga menghasilkan air yang lebih layak konsumsi. Di sisi lain, teknologi IoT telah terbukti efisien dalam mengotomatisasi berbagai proses industri, termasuk pengelolaan air, dengan

memberikan kontrol yang lebih baik, seperti pengaturan waktu backwash pada filter (Febrina dan Ayuna 2014) (Riti dan Puryundari 2021).

Penelitian terkait penggunaan sistem filtrasi air di berbagai tempat telah menunjukkan keberhasilannya dalam meningkatkan kualitas air. Namun, tantangan yang masih ada adalah pengoptimalan waktu backwash pada sistem filtrasi manual, yang sering kali masih dilakukan secara konvensional. Penggunaan teknologi IoT diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses filtrasi (Hilmy dan Prabowo 2020).

Melalui pemasangan dan pengoperasian sistem penjernih air dengan fitur auto backwash berbasis IoT, diharapkan kualitas air yang dihasilkan dapat memenuhi standar kesehatan untuk dikonsumsi oleh masyarakat Jedung. Solusi ini diharapkan memberikan kontribusi positif dalam penyediaan air bersih yang lebih terjamin bagi masyarakat setempat (Anhar et al. 2021). Kegiatan ini sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan, khususnya terkait dengan penyediaan akses universal terhadap air bersih dan sanitasi yang layak, sebagai bagian dari upaya meningkatkan kualitas hidup masyarakat di daerah yang belum sepenuhnya terlayani (Pratama dan et al. 2021)(Arundina et al. 2022).

TAHAPAN DAN METODE KEGIATAN

Metode Program pengabdian ini bertujuan untuk membantu masyarakat Desa Jedung di Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang, dalam mengatasi masalah air bersih. Dengan fokus pada peningkatan kualitas air, program ini mengintegrasikan sistem filtrasi yang efektif dan teknologi auto blowdown berbasis Internet of Things (IoT). Langkah pertama dalam pelaksanaan program adalah melakukan sosialisasi kepada warga desa dan pengelola sumur artesis. Tim pengabdian memulai dengan mengadakan pertemuan awal untuk menjelaskan tujuan program, serta manfaat yang bisa dirasakan oleh masyarakat. Pertemuan ini juga memberi kesempatan bagi warga untuk menyampaikan masalah yang mereka hadapi terkait air, sehingga komunikasi yang terbuka dan saling mendukung dapat tercipta.

Setelah itu, tim melanjutkan dengan melakukan survei dan analisis kualitas air di Desa Jedung. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mengumpulkan informasi yang tepat mengenai kondisi air yang ada. Tim melakukan pengambilan sampel air dan melakukan pengujian dengan alat Total Dissolved Solids (TDS) seperti pada gambar 2 untuk mengukur kandungan zat terlarut, yang bisa memberikan gambaran tentang kejernihan air, serta elektrolizer untuk mengidentifikasi kandungan mineral dan zat berbahaya lainnya. Hasil dari pengujian ini sangat penting sebagai dasar dalam merancang sistem filtrasi yang sesuai dengan kebutuhan desa. Berdasarkan data yang diperoleh, tim merancang sistem filtrasi yang efisien, dan mengembangkan teknologi auto blowdown berbasis IoT, yang berfungsi untuk menjaga kinerja sistem agar tetap optimal, serta melakukan pembersihan otomatis pada filter sesuai jadwal. Teknologi ini didesain agar mudah dioperasikan oleh warga, dengan perawatan yang tidak rumit.



Gambar 2. Uji TDS

Begitu sistem filtrasi siap, tim pengabdian menyelenggarakan workshop untuk melatih masyarakat dan pengelola sumur artesis mengenai cara menggunakan dan merawat sistem ini. Workshop ini dilengkapi dengan panduan tertulis dan demonstrasi langsung, supaya masyarakat dapat dengan mudah memahami cara mengoperasikan sistem filtrasi secara mandiri dan merawatnya dengan baik. Setelah pelatihan selesai, tim melanjutkan dengan instalasi sistem filtrasi pada titik-titik yang telah ditentukan di desa. Proses instalasi dilakukan dengan hati-hati dan teliti, diikuti dengan pengujian untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik sebelum digunakan oleh masyarakat. Setelah instalasi, tim akan melakukan monitoring secara berkala untuk memastikan sistem filtrasi dan teknologi IoT berfungsi dengan optimal. Data hasil pemantauan ini akan digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem dan menentukan apakah ada penyesuaian atau perbaikan yang perlu dilakukan. Sebagai langkah terakhir, tim pengabdian mengadakan acara serah terima secara resmi kepada masyarakat Desa Jedung. Dalam acara ini, tim menyerahkan laporan hasil instalasi dan pelatihan, serta panduan perawatan sistem kepada masyarakat agar mereka bisa mengoperasikan dan merawat sistem secara mandiri. Dengan tahapan pelaksanaan yang dilakukan secara cermat dan sistematis ini, diharapkan program ini dapat memberikan solusi jangka panjang bagi masyarakat Desa Jedung, sehingga mereka bisa mendapatkan akses air bersih yang sehat dan layak konsumsi.

Metode kegiatan ini menggunakan metode participatory action research (PAR). Menurut Kurt Lewin (1951) bahwa metode penelitian participatory action research adalah metode yang melibatkan partisipasi aktif dari anggota

komunitas atau kelompok yang menjadi subjek penelitian dalam proses penelitian itu sendiri. Kemudian Menurut Tampubolon (2013) menjelaskan metode participatory action research merupakan pendekatan kegiatan melibatkan kolaborasi aktif antara pelatih kegiatan dan anggota kegiatan dalam merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi kegiatan. Dari pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa metode participatory action research adalah sebuah metode penelitian dengan melakukan pendampingan terhadap sebuah kelompok atau komunitas yang dilaksanakan secara partisipatif untuk mendorong agar terjadinya sebuah perubahan. Pendekatan ini dipilih untuk membantu masyarakat Desa Jedung di Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang, dalam mengatasi masalah air bersih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Program pengabdian ini berhasil melaksanakan semua tahapan yang telah direncanakan untuk meningkatkan kualitas air bersih di Desa Jedung, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang. Beberapa kegiatan utama yang telah dilaksanakan meliputi: sosialisasi kepada masyarakat, survei dan analisis kualitas air, perancangan sistem filtrasi berbasis Internet of Things (IoT), pelatihan penggunaan dan perawatan sistem, instalasi di lapangan, serta monitoring dan evaluasi. Program ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan kualitas air dengan mengimplementasikan teknologi filtrasi serta auto blowdown berbasis IoT. Hasil pengukuran menunjukkan peningkatan yang signifikan pada kualitas air, baik dari segi kejernihan, kandungan mineral, maupun keamanan air untuk dikonsumsi.

A. Perbandingan Kualitas Air Sebelum dan Sesudah Sistem Filtrasi

Sebagai bagian dari upaya untuk mengevaluasi keberhasilan sistem, dilakukan pengukuran kualitas air sebelum dan setelah pemasangan sistem filtrasi menggunakan dua alat utama, yaitu Total Dissolved Solids (TDS) dan elektrolizer. Pengukuran ini sangat penting untuk menilai sejauh mana sistem filtrasi dapat bekerja efektif dalam mengurangi kadar zat-zat terlarut yang ada dalam air, serta untuk melihat dampaknya terhadap peningkatan kualitas air secara keseluruhan. Hasil pengukuran ini memberikan gambaran yang jelas mengenai perubahan yang terjadi pada kualitas air setelah sistem filtrasi diterapkan. Tabel 1 di bawah ini memperlihatkan perbandingan antara hasil pengukuran kualitas air sebelum dan setelah pemasangan sistem filtrasi, yang menjadi acuan untuk menilai sejauh mana sistem ini berhasil dalam mencapai tujuan perbaikan kualitas air.

Tabel 1. Hasil pengukuran kualitas air

Parameter	Sebelum Filtrasi	Sesudah Filtrasi	Batas Standar Air Bersih	Sumber
Total Dissolved Solids (TDS) (mg/L)	500	150	< 300	Kementerian Kesehatan Indonesia
Kandungan Besi (Fe) (mg/L)	1.5	0.3	< 0.3	Kementerian Kesehatan Indonesia
Kandungan Mangan (Mn) (mg/L)	0.8	0.2	< 0.1	Kementerian Kesehatan Indonesia
Kekeruhan (NTU)	15	1	< 5	Kementerian Kesehatan Indonesia
pH	6.0	7.2	6.5-8.5	Kementerian Kesehatan Indonesia

Sebelum pemasangan sistem filtrasi, kadar Total Dissolved Solids (TDS) dalam air di Desa Jedung tercatat tinggi, mencapai 500 mg/L, yang menunjukkan adanya banyak zat terlarut dalam air. Namun, setelah sistem filtrasi diterapkan, kadar TDS turun secara signifikan menjadi 150 mg/L, yang kini memenuhi batas standar kualitas air bersih, yaitu di bawah 300 mg/L. Selain itu, kandungan besi dalam air juga mengalami penurunan yang signifikan. Sebelum filtrasi, kadar besi tercatat 1.5 mg/L, yang melebihi batas yang ditetapkan, yaitu kurang dari 0.3 mg/L. Setelah proses filtrasi, kadar besi berhasil diturunkan menjadi 0.3 mg/L, sesuai dengan standar kualitas air bersih.

Begitu juga dengan kandungan mangan dalam air, yang sebelum filtrasi mencapai 0.8 mg/L, jauh lebih tinggi daripada batas maksimal yang diizinkan, yaitu kurang dari 0.1 mg/L. Setelah sistem filtrasi diterapkan, kadar mangan menurun menjadi 0.2 mg/L, yang lebih mendekati standar yang aman untuk konsumsi. Perubahan positif juga terlihat pada tingkat kekeruhan air. Sebelum filtrasi, air di Desa Jedung memiliki tingkat kekeruhan 15 NTU, yang jauh melebihi batas standar kekeruhan air bersih, yaitu kurang dari 5 NTU. Namun, setelah pemasangan sistem filtrasi, tingkat kekeruhan air berkurang drastis menjadi hanya 1 NTU, menunjukkan kejernihan air yang jauh lebih baik. Tak kalah penting, pH air juga mengalami perubahan yang signifikan. Sebelum filtrasi, pH air di Desa Jedung tercatat 6.0, yang sedikit asam dan berada di bawah rentang standar (6.5 - 8.5). Setelah sistem filtrasi dipasang, pH air meningkat menjadi 7.2, yang berada dalam rentang pH yang normal dan aman untuk konsumsi.

B. Pelatihan Penggunaan dan Perawatan Sistem Filtrasi

Selain melakukan instalasi sistem, tim pengabdian juga memberikan pelatihan kepada masyarakat dan pengelola air di Desa Jedung mengenai cara penggunaan dan perawatan sistem filtrasi. Pelatihan ini bertujuan agar masyarakat dapat mengoperasikan dan merawat sistem filtrasi yang telah dipasang dengan baik.

Tabel 2. Hasil pelatihan terhadap mitra

Aspek Penilaian	Persentase Pemahaman Peserta
Pemahaman Penggunaan Sistem Filtrasi	95%
Pemahaman Perawatan Mandiri	90%
Pemahaman Teknologi Auto Blowdown	85%
Kepuasan terhadap Pelatihan	92%

Materi yang disampaikan dalam pelatihan meliputi cara menjaga kebersihan dan kinerja sistem filtrasi, cara memantau teknologi auto blowdown berbasis IoT, serta prosedur untuk mengatasi masalah-masalah sederhana yang mungkin muncul. Di akhir pelatihan, dilakukan survei untuk mengevaluasi sejauh mana peserta memahami materi yang diberikan serta sejauh mana mereka siap untuk merawat sistem ini secara mandiri.

Implementasi sistem filtrasi dan teknologi auto blowdown berbasis IoT di Desa Jedung menunjukkan hasil yang signifikan dalam peningkatan kualitas air, terutama dalam pengurangan TDS, kandungan besi dan mangan, kekeruhan, serta peningkatan pH. Sistem filtrasi yang diterapkan terbukti efektif dalam mengurangi kadar zat terlarut yang sebelumnya menghambat kualitas air, sementara teknologi auto blowdown berbasis IoT berfungsi menjaga kebersihan filter secara otomatis sesuai jadwal yang ditetapkan.

Penurunan kadar TDS, besi, dan mangan setelah filtrasi menandakan bahwa teknologi ini berhasil menyaring mineral yang berpotensi berbahaya jika dikonsumsi dalam jumlah berlebihan. Selain itu, penurunan kekeruhan air menunjukkan bahwa sistem filtrasi ini efektif dalam menghilangkan partikel-partikel tersuspensi, menghasilkan air yang lebih jernih dan aman. Peningkatan pH menuju nilai yang lebih netral juga menunjukkan bahwa air menjadi lebih layak dan sehat untuk dikonsumsi.

Hasil survei pasca pelatihan menunjukkan bahwa para peserta telah berhasil memahami cara menggunakan dan merawat sistem filtrasi, serta cara memantau teknologi auto blowdown. Hal ini menandakan kesiapan masyarakat untuk mengelola dan merawat sistem secara mandiri, yang memungkinkan manfaat dari program ini dapat terus berlanjut dalam jangka panjang. Secara keseluruhan, penerapan sistem filtrasi dan teknologi berbasis IoT ini terbukti memberikan solusi yang efektif, berkelanjutan, dan memberikan dampak positif yang besar bagi masyarakat Desa Jedung dalam mengakses air bersih yang sehat dan layak konsumsi.

PENUTUP

Program pengabdian masyarakat di Desa Jedung berhasil meningkatkan kualitas air bersih melalui sistem filtrasi berbasis IoT. Hasil evaluasi menunjukkan perbaikan signifikan pada parameter air, termasuk penurunan TDS, kandungan besi, mangan, kekeruhan, dan peningkatan pH, menjadikan air lebih aman untuk dikonsumsi. Pelatihan kepada masyarakat juga berhasil memberikan pemahaman yang baik tentang penggunaan dan perawatan sistem, serta teknologi auto blowdown. Keberhasilan program ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT dalam pengelolaan air dapat memberikan solusi efektif, berkelanjutan, dan bermanfaat bagi masyarakat. Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Wahid Hasyim atas pendanaan DIPA 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Anhar, N Nurhalim, F Candra, A Rajagukguk, dan E Hamdani. 2021. "Pembuatan Penyaring Air Untuk Peternak Ayam Petelur Di Dusun I Kubu Cubadak Simpang Petai." *Jurnal Pengabdian UntukMu NegeRI* 5(1): 29–34.
- Anshar, M, R S Sadjad, E Palantei, dan et al. 2018. "Pelatihan Perakitan Sistem Filterisasi Air Minum Skala Rumah Tangga." *Jurnal TEPAT Appl. Technol. J. Community Engagem. Serv.* 1(1): 33–40.
- Arundina, I, T I Budhy S, R Handayani, dan S E Rahmawati. 2022. "Pengolahan Air Bersih Berbasis Kebutuhan Rumah Tangga dalam Upaya Meningkatkan Kesehatan Masyarakat di Desa Kandat Kabupaten Kediri." *Jurnal Pengabdian UNDIKMA* 3(1): 117.
- Fatoni, Z, dan Lazim. 2019. "Turbulen: jurnal teknik mesin universitas tridinanti palembang." *J. Tek. Mesin* 1(2): 66.
- Febrina, L, dan A Ayuna. 2014. "Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik." *Jurnal Teknol.* 7(1): 36–44.
- Hilmy, Mochamad, dan Herry Prabowo. 2020. "Penjernihan Air Bersih dengan Filter Alami dan Aerasi di Teluk Bakung, Sungai Ambawang, Kubu Raya." *Jurnal Pengabdian UntukMu NegeRI* 4(1): 1–5.
- Ilyas, I, V Tan, dan M Kaleka. 2021. "Penjernihan Air Metode Filtrasi untuk Meningkatkan Kesehatan Masyarakat RT Pu'uzeze Kelurahan Rukun Lima Nusa Tenggara Timur." *Warta Pengabdian* 15(1): 46.
- Makhrani, M, dan A H Kasim. 2019. "Penerapan Iptek Penjernihan Air Bagi Masyarakat Pengguna Air Irigasi Untuk Rumah Tangga." In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian*, , 277–82.
- Pratama, Y, dan et al. 2021. "Metode Filtrasi Menggunakan Media Arang Aktif, Zeolit, Dan Pasir Silika Untuk Menurunkan Amonia Total (NNh3) Dan Sulfida (S 2-) Pada Air Limbah Outlet Industri Penyamakan Kulit." *Berkala Penelitian* 20(1): 1.
- Riti, Y, dan P Puryundari. 2021. "Penanggulangan Krisis Air Bersih Dengan Membuat Perpipaan Di Desa Bogori Kalimantan Barat." *Jurnal Pengabdian UntukMu NegeRI* 5(2): 168–73.
- Wahyuni, S, M Sari, dan M Afidah. 2017. "Sosialisasi dan Pelatihan Teknik Penyaringan Air di Desa Mengkapan, Siak." *Dinamisia* 1(1): 100–105.