



Poltekita: Jurnal Pengabdian Masyarakat

Volume 3 | Nomor 3 | Juli – September 2022

e-ISSN: 2722-5798 & p-ISSN: 2722-5801

DOI: 10.33860/pjpm.v3i3.1179

Website: <http://jurnal.poltekkespalu.ac.id/index.php/PJPM/>

Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air Tanah dengan Sistem Aerasi Bertingkat dan Filtrasi di Desa Dolago Padang, Kabupaten Parigi Moutong

Sugeng Nuradji^{ID}, Tjirowati Dja'afar^{ID}, Dedi Mahyudin Syam^{ID}, Ros Arianty^{ID},
Novarianti^{ID}

Prodi D-III Sanitasi, Poltekkes Kemenkes Palu, Palu, Indonesia

Email korespondensi: dmahyudin21@gmail.com



Article history:

Received: 16-05-2022

Accepted: 05-06-2022

Published: 30-09-2022

Kata kunci:

teknologi tepat guna;
aerasi; filtrasi;
mangan; besi.

Keywords:

appropriate
technology; aeration;
filtration; manganese;
iron.

ABSTRAK

Penerapan teknologi tepat guna pengolahan air tanah dengan sistem aerasi bertingkat dan filtrasi adalah sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan kualitas air bersih masyarakat yang tidak memenuhi syarat kesehatan. Metode digunakan berupa pembuatan alat pengolahan air berupa penyaringan menggunakan kombinasi sistem aerasi dan filtrasi dengan media pasir dan karbon aktif. Kegiatan ini dilaksanakan di Desa Dolago Padang Kecamatan Parigi Selatan Kabupaten Parigi Moutong mulai tanggal 12 – 21 Februari 2022. Sasaran kegiatan adalah warga masyarakat Desa Dolago Padang berjumlah 20 KK. Pemeriksaan air sebelum diolah dilakukan oleh tim pengabdian terhadap parameter Bau, warna dan kekeruhan sedangkan parameter Besi (Fe), Mangan (Mn) pengukurannya di Laboratorium Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Tadulako, setelah melalui tahap penyaringan diakhiri pemeriksaan kualitas fisik di lapangan dan uji laboratorium. Hasil kegiatan menunjukkan antusias masyarakat tergolong sangat aktif pada saat kegiatan. Hasil penyaringan menunjukkan air menjadi memenuhi syarat kesehatan berdasarkan Standard Kualitas Air Baku/Bersih, Permenkes No. 907/MENKES/SK/VII/2010, air menjadi jernih, tidak berwarna dan tidak berbau, untuk parameter kimia kandungan kadar besi (Fe) dari kadar awal 4,8 mg/L setelah diolah melalui penyaringan turun menjadi 0,11 mg/L sedangkan kadar Mangan (Mn) dari 0,505 turun menjadi 0,026 mg/L.

ABSTRACT

The application of appropriate technology for groundwater treatment with a multilevel aeration system and filtration is an effort to overcome the problem of community clean water quality that does not meet health requirements. The method used is the manufacture of water treatment equipment in the form of filtration using a combination of aeration and filtration systems with sand and activated carbon media. This activity was carried out in Dolago Padang Village, South Parigi District, Parigi Moutong Regency from February 12-21, 2022. The target of the activity is residents of Dolago Padang Village, totaling 20 families. The water inspection before being processed was carried out by the service team on the parameters of Odor, color and turbidity while the parameters of Iron (Fe), Manganese (Mn) were measured at the Laboratory of Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Tadulako University, after going through the filtering stage, the physical quality inspection was carried out in the field and laboratory tests. The results of the activity showed that the enthusiasm of the community was classified as very active during the activity. The filtering results show that the water meets the health requirements based on the



©2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

Raw/Clean Water Quality Standard, Permenkes No. 907/MENKES/SK/VII/2010, the water becomes clear, colorless and odorless, for chemical parameters the content of iron (Fe) content from the initial level of 4.8 mg/L after being processed through filtration decreased to 0.11 mg/L while the level of Manganese (Mn) from 0.505 decreased to 0.026 mg/L.

PENDAHULUAN

Air adalah sumber daya yg sangat dibutuhkan bagi makhluk hidup. Penduduk Indonesia pada umumnya memakai air permukaan, yaitu air sungai & air sumur (Quddus, 2014). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengendalian Pencemaran Air, disebutkan bahwa ada jenis klasifikasi air berdasarkan namanya, yaitu: 1) air Kelas A; yaitu air yang dapat langsung digunakan sebagai air minum tanpa pengolahan terlebih dahulu. 2) air Kelas B; yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk air minum. 3) air Kelas C; khusus air yang dapat digunakan untuk perikanan dan peternakan. 4) air Kelas D; yaitu, air yang dapat digunakan untuk pertanian, industri, pembangkit listrik tenaga air (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2001).

Pertumbuhan penduduk juga menyebabkan peningkatan kebutuhan air, sehingga ketergantungan masyarakat terhadap air semakin meningkat (Cosgrove & Loucks, 2015). Kualitas air yang baik harus memenuhi persyaratan mutu yang meliputi persyaratan fisik, kimia, mikrobiologi dan radiologi yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 92/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Kualitas air didefinisikan sebagai sejauh mana parameter air dianalisis secara menyeluruh untuk menunjukkan kualitas dan karakteristik air. Kualitas dan sifat air ditentukan oleh jenis dan sifat bahan yang dikandungnya (Dipo Satryo Suhendra, Irnawati Marsaulina, 2012).

Di dalam tubuh manusia, mangan dalam jumlah kecil tidak menyebabkan gangguan kesehatan, tetapi dalam jumlah banyak dapat menumpuk di hati dan ginjal (Adhani, R., dan Husaini, 2017). Besi terdapat dalam bentuk kation besi (Fe^{2+}) dan Feri (Fe^{3+}). Di perairan alami dengan pH sekitar 7 dan tingkat oksigen terlarut yang cukup (Widodo, Budiastuti, & Komariah, 2019). Besi atau mangan memasuki air melalui reaksi biologis di bawah kondisi reduksi atau anaerobik (tanpa oksigen) (Godwin, Zehnpfennig, & Learman, 2020; Khadse, Patni, & Labhasetwar, 2015; Suhernomo, Athaillah Mursyid, Emmy Sri Mahreda, 2014).

Warga Desa Dolago Padang memanfaatkan air tanah untuk memenuhi kebutuhan air minumnya. Pemanfaatan air tanah untuk keperluan rumah tangga harus memenuhi persyaratan fisik, kimia, mikrobiologi, dan radioaktif. Di beberapa tempat, kualitas fisik air sumur gali diketahui memiliki warna kuning kecokelatan, yang jika digunakan untuk mencuci pakaian akan meninggalkan noda karena kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) yang tinggi (Eko Hartini, 2012).

Kebutuhan masyarakat akan air bersih dari waktu ke waktu akan semakin meningkat, baik secara kuantitas maupun kualitas (Dinka, 2018; World Health Organization, 2006). Desa Dolago Padang Kecamatan Parigi Selatan Kabupaten Parigi Moutong merupakan salah satu wilayah yang memiliki permasalahan kualitas air bersih.

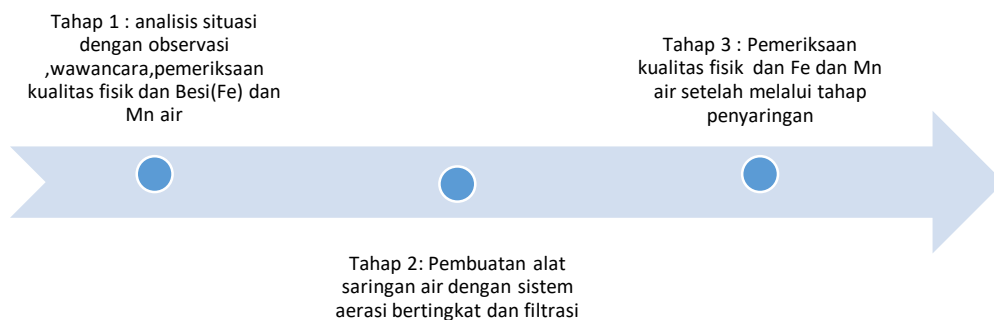
Hampir semua rumah tangga mengeluh tentang permasalahan air yang mereka gunakan karena secara kualitas berdasarkan hasil pemeriksaan langsung yang dilakukan oleh tim pengabdian parameter fisik selain berwarna, keruh juga berbau dan berdasarkan parameter kimia yaitu Besi (Fe) dan Mangan (Mn) juga kadarnya melebihi kadar maksimal yang diperbolehkan yakni (Fe) = 4,8 mg/Liter (Maksimal 0,3 mg/Liter), (Mn)= 0,505 mg/L (Maksimal 0,4 mg/Liter) (Menteri Kesehatan R.I., 2010)

Berdasarkan masalah tersebut maka kami dari tim pengabdian masyarakat dosen Poltekkes kemenkes Palu Jurusan Kesehatan Lingkungan, mengadakan kegiatan berupa penerapan teknologi tepat guna pengolahan air tanah dengan sistem aerasi bertingkat dan filtrasi di Desa Dolago Padang Parigi Selatan Kabupaten Parigi Moutong sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan kualitas air bersih yang tidak memenuhi syarat Kesehatan. Tujuan pengabdian kepada masyarakat adalah untuk mengatasi permasalahan air bersih yang dialami oleh masyarakat Desa Dolago Padang melalui penerapan teknologi tepat guna pengolahan air tanah dengan sistem aerasi bertingkat dan filtrasi.

METODE

Metode pengabdian kepada masyarakat berupa pembuatan alat pengolahan air berupa alat penyaringan dengan menggunakan kombinasi sistem aerasi dan filtrasi yang menggunakan media pasir dan karbon aktif (Nur & Khoironi, 2021; Aba, Eso, & Sahiddin, 2020; Almukarrama, Iswadi, 2015). Kegiatan ini dilaksanakan di Desa Dolago Padang, Kecamatan Parigi Selatan, Kabupaten Parigi Moutong mulai tanggal 12 – 21 Februari 2022. Sasaran kegiatan adalah warga masyarakat Desa Dolago Padang berjumlah 20 KK.

Kerangka pemecahan masalah pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah melakukan sosialisasi tentang tujuan dan manfaat pengolahan air bersih karena berdasarkan kondisi kualitas air bersih masyarakat di Desa Dolago, baik secara kualitas fisik dan kimia yang tidak memenuhi syarat kesehatan perlu diberikan solusi untuk memperoleh air bersih yang memenuhi syarat kesehatan berdasarkan Permenkes RI 2010.



Gambar 1. Bagan alir kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat

Metode pelaksanaan pengolahan air bersih dilaksanakan dengan melalui beberapa tahapan yaitu tahap pertama pemeriksaan kualitas fisik dengan parameter bau, warna dan kekeruhan serta parameter kimia besi (Fe), mangan (Mn). Pengukuran parameter fisik langsung dilakukan di lapangan, sementara parameter kimia dilakukan

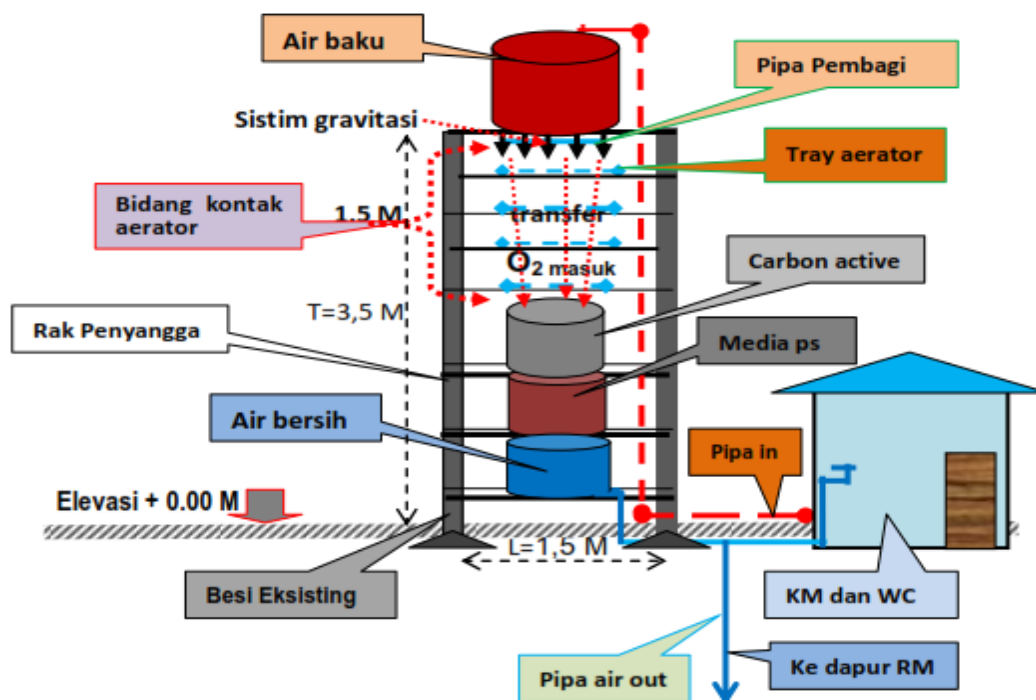
pemeriksaan di Laboratorium Kimia Air Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Tadulako Palu, Tahapan kedua adalah membuat bangunan penyaringan air dengan kombinasi sistem aerasi dan saringan pasir dengan media pasir dan karbon aktif, Tahap ketiga adalah melakukan pemeriksaan kualitas fisik dilapangan dan uji laboratorium kualitas kimia. Dari hasil uji laboratorium akan diperoleh kualitas air bersih yang memenuhi syarat kesehatan

1. Air baku yang mengandung besi, mangan tinggi dan bau dipompa ke unit pendahuluan.
2. Gate Valve dari unit pendahuluan dibuka untuk menyalurkan ke pipa berlubang, sehingga diperoleh pasokan air menyebar merata disetiap bidang kontak aerator.
3. Sebaran air jatuh secara gravitasi ke masing-masing bidang kontak aerator secara bertingkat, secara otomatis mengalami penambahan oksigen bebas, selanjutnya air jatuh ke permukaan media karbon aktif, selanjutnya menuju ke media pasir tersusun di bawahnya.
4. Media di unit pertama adalah karbon aktif yang berfungsi menyerap semua bau.
5. Media di unit kedua setelah karbon aktif adalah media pasir tersusun, berfungsi penyerap semua partikel-partikel tersuspensi di dalam air.
6. Unit ketiga adalah air yang digunakan sebagai air bersih, siap disalurkan ke rumah tangga, rumah makan dan kamar mandi dan atau WC.

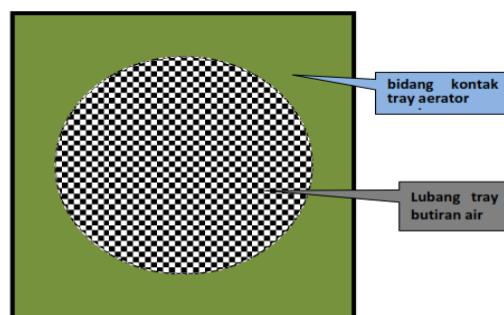
Peralatan yang digunakan yaitu penampungan air sumur bervolume 520 liter. Selain itu, alat penyaringan dibuat dari ember plastik berdiameter 3 inchi yang didalamnya berisikan bahan-bahan untuk menyaring air. Bahan tersebut tersusun atas lapisan material berukuran besar ke material berukuran kecil. Adapun susunan lapisan tersebut adalah tinggi lapisan karbon aktif 15 cm, lapisan pasir 15 cm, dan untuk penyediaan material karbon aktif, pasir disediakan oleh tim pelaksana dibantu oleh masyarakat desa setempat. Air yang diperoleh melalui alat penyaringan ditampung dalam tempat penampungan dan dapat digunakan sebagai bahan baku untuk air minum.

Pemeriksaan kualitas air berdasarkan standar kualitas air baku/bersih Permenkes No. 907/MENKES/SK/VII/2010.

NO	Jenis Parameter	Kondisi Air
1	Fisika	Harus bersih,tida keruh Tidak berwarna Tidak berasa Tidak berbau Tidak ada endapan
2	Kimia	Tidak Mengandung Racun Tidak Mengandung Zat kimiawi pH antara 6,5 – 8,5
3	Biologi	Tidak mengandung kuman penyakit



MODEL PAKET PENGOLAHAN AIR



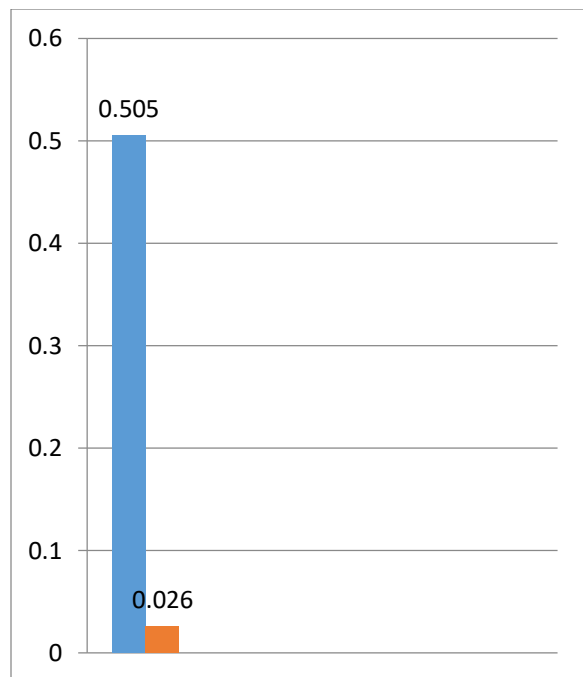
DETAIL AERATOR DENGAN PIPA ORIFICE

Gambar 2. Model paket pengolahan air sistem aerasi dan filtrasi

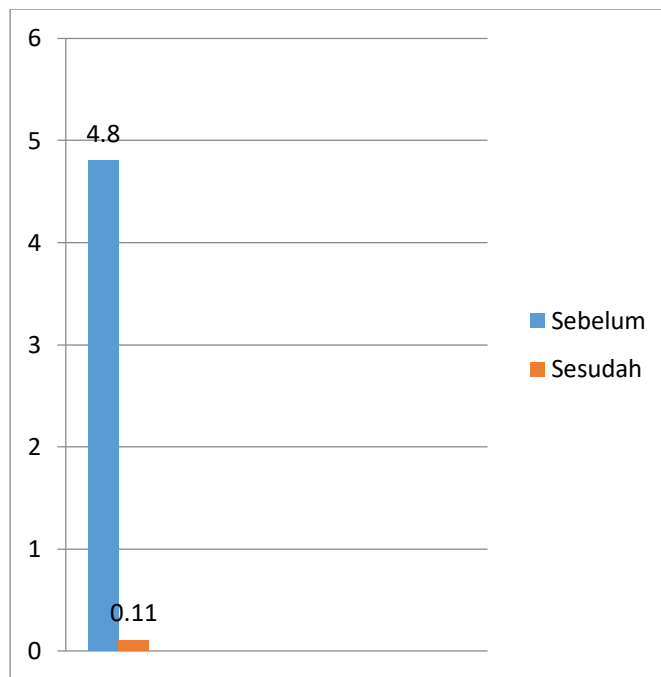
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat telah dilakukan, hasil yang dicapai (output) meliputi dua jenis. Hasil pertama berupa keterampilan yang diperoleh masyarakat melalui kegiatan tersebut, sedangkan yang kedua berupa alat berupa alat teknologi yang sesuai untuk sistem pengolahan air bawah tanah dengan metode pemurnian udara bertingkat, yaitu dibangun di salah satu rumah warga dengan kondisi air yang tidak memenuhi syarat higienis yaitu keruh, berwarna dan berbau, serta berdasarkan parameter kimia dengan kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) melebihi batas maksimum yang diperbolehkan. Gambar 1 dan 2 menunjukkan hasil pengukuran

kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) sebelum dan sesudah proses pengolahan air menggunakan saringan sisti aerasi bertingkat dan filtrasi.



Gambar 3. Hasil pemeriksaan kadar mangan (Mn) (Mg/l)



Gambar 4. Hasil pemeriksaan kadar besi (Fe) (Mg/l)

Pelaksanaan kegiatan PKM di desa Dolago Padang dilakukan dengan metode pendekatan, yang diawali dengan dilakukannya observasi dan wawancara terhadap pemerintah desa dan masyarakatnya, proses perijinan, diskusi dan persiapan serta penetapan jadwal kegiatan, pelaksanaan sosialisasi dan kegiatan pendampingan serta monitoring.

Kegiatan Sosialisasi

Tim pelaksana telah melakukan sosialisasi kegiatan PKM di Desa Dolago Padang. Kegiatan ini dihadiri oleh Kepala Desa Dolago Padang dan masyarakat setempat yang diwakili oleh sekitar 20 orang. Dalam kegiatan ini tim pelaksana telah mensosialisasikan tentang program PKM, tujuan kegiatan PKM, target dan luaran yang akan dicapai dalam kegiatan PKM, dan untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat telah pula dijelaskan tentang pentingnya air bersih, standart kualitas air bersih yang layak digunakan sesuai dengan Permenkes no. 492 tahun 2010. Beberapa parameter fisika yang dapat dijadikan indikator awal dalam penentuan kualitas air, selain itu juga telah dijelaskan beberapa dampak penggunaan melalui teknologi sederhana proses penyaringan air ini diharapkan akan dihasilkan air yang memenuhi standart kesehatan untuk digunakan sebagai air baku untuk air minum dan kebutuhan rumah tangga lainnya. Sebagaimana telah disebutkan bahawa tujuan dari kegiatan ini adalah untuk meningkatkan pengetahuan kelompok masyarakat tentang air bersih dan budaya hidup bersih. Beberapa indikator keberhasilan pelaksanaan kegiatan sosialisasi yaitu: 1) Jumlah peserta yang hadir >95%, 2) Antusias masyarakat mitra tergolong sangat aktif pada saat kegiatan, hal ini dapat dilihat dari beberapa proses tanya jawab dan diskusi

yang terjadi di sela-sela pemaparan dan penjelasan materi. 3) Terjalannya komunikasi yang baik dari masing-masing peserta bersama dengan Tim pelaksana kegiatan melalui sharing pengalaman dan tukar pendapat. Adanya dukungan dari pemerintah desa dengan diberikannya ijin kegiatan dan penggunaan lokasi kegiatan. Dukungan dari masyarakat melalui waktu dan perhatian yang diberikan saat kegiatan. Berdasarkan hal tersebut maka dapat dikatakan bahwa pelaksanaan kegiatan sosialisasi PKM di Desa Dolago Padang telah dilaksanakan dengan baik.



Gambar 5. Tim bersama Kepala Desa Dolago Padang



Gambar 6. Persiapan pemasangan alat penyaringan

Umumnya air di alam mengandung besi dan mangan disebabkan adanya kontak langsung antara air tersebut dengan lapisan tanah yang mengandung besi (Fe) dan mangan (Mn). Adanya besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam jumlah yang berlebih dalam air dapat menimbulkan berbagai masalah diantaranya adalah tidak enak rasanya air minum, dapat menimbulkan endapan dan menambah kekeruhan ([Khadse et al., 2015](#); [Omer, 2019](#)). Adanya konsentrasi zat besi dan mangan pada air tanah dapat menimbulkan rasa atau bau logam pada air tersebut, oleh karena itu untuk air minum kadar zat besi dan mangan yang diperbolehkan yakni masing-masing 0,3 mg/l dan 0,4 mg/l Permenkes Nomor: 492/Menkes/Per/IV/2010).

Kegiatan Penyaringan Air

Kegiatan pengolahan air dengan penerapan teknologi tepat guna pengolahan air tanah dengan sistem aerasi bertingkat dan filtrasi di Desa Dolago Padang Parigi Selatan Kabupaten Parigi Moutong memberikan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Hal tersebut ditunjukkan bahwa air yang digunakan oleh masyarakat Desa Dolago Padang parameter fisik keruh, berwarna dan berbau. Setelah melalui proses pengolahan dengan menggunakan alat penyaringan yang dibuat dengan menggunakan sistem Aerasi bertingkat dan kombinasi filtrasi dengan media saring karbon aktif dan pasir, diperoleh hasil bahwa air menjadi lebih memenuhi syarat kesehatan berdasarkan standard kualitas air baku/bersih, Permenkes No. 907/MENKES/SK/VII/2010, air menjadi jernih, tidak berwarna dan tidak berbau, untuk parameter kimia kandungan kadar besi (Fe) dari kadar awal 4,8 mg/L setelah diolah melalui penyaringan turun

menjadi 0,11 mg/L sedangkan kadar Mangan (Mn) dari 0,505 turun menjadi 0,026 mg/L seperti yang ditampilkan pada gambar 3 dan 4 ([Kemenkes R.I.2010](#))



Gambar 7. Alat penyaringan sistem aerasi dan filtrasi yang digunakan

Hal tersebut sesuai juga dengan hasil penelitian saringan Keramik mampu menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air tanah dengan penurunan Fe-total sebesar 13,7 mg/L, dengan rata-rata 2,74 mg/L dan total efektifitas Fe sebesar 95,20%. Nilai penurunan penurutan Mn-total sebesar 12,3 mg/L, dengan rata-rata 2,46 mg/L dan total efektifitas Fe sebesar 94,63% ([Febrina & Ayuna, 2015](#)). Keberadaan media karbon aktif dan pasir dapat berperan sebagai adsorben. Beberapa karbon aktif dari biomassa dapat digunakan sebagai adsorben ([Ronny, Irfai, Mahyudin, & Jasman, 2019](#)). Kemampuan media pasir sebagai alat penyaring dapat juga menurunkan parameter lain seperti BOD dan COD. Rata-rata penurunan kadar BOD sebesar 39,97%. Sedangkan tingkat COD mengalami penurunan sebesar 1,19%. Multimedia ini (pasir sutra dan filter karbon aktif) dapat menurunkan kadar BOD dan COD limbah cair di RS Mitra Husada Makassar ([Ronny & Syam, 2018](#)).

Hasil yang sama juga ditunjukkan dari hasil penelitian Trigunarso dkk, yang menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan juga mengalami penurunan kadar Besi dan Mangan. kadar zat besi besi sebelum pengolahan 2,12 setelah pengolahan 2,058. kadar mangan sebelum pengolahan 0,080 setelah pengolahan 0,078. Warna dan bau sebelum pengolahan berwarna dan bau setelah pengolahan tidak berwarna dan tidak bau ([Trigunarso, Mulyono, & Suprawihadi, 2019](#)).

SIMPULAN DAN SARAN

Masyarakat Desa Dolago Padang Kecamatan Parigi Selatan Kabupaten Parigi Moutong memberikan respon yang sangat positif dan sangat antusias untuk menerima inovasi baru terkait penerapan teknologi tepat guna untuk meningkatkan kualitas air minum melalui metode filtrasi bertingkat, sistem aerasi dan filtrasi. Antusiasme masyarakat yang tinggi menjadi indikasi suksesnya acara tersebut. Selain itu, berkat

pengujian yang dilakukan, sistem penyaringan dan aerasi multi-tahap dapat menghilangkan warna, kekeruhan dan bau air, serta mengurangi parameter besi (Fe), mangan (Mn), sesuai dengan baku mutu air bersih, sehingga dapat diterapkan di seluruh masyarakat. Saran Kesisnambungan kegiatan program pengabdian masyarakat harus dapat dipastikan, dengan melanjutkan kegiatan yang telah dicanangkan dan kegiatan lainnya yang bertujuan untuk mendukung kehidupan warga desa Dolago Padang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aba, L., Eso, A., & Sahiddin, L. O. (2020). Penerapan Sistem Pengolahan Air Bersih Menggunakan Metode Aerasi-Filtrasi Bertingkat untuk Meningkatkan Derajat Kesehatan Masyarakat di Kelurahan Kambu Kota Kendari. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Ilmu Terapan*, 2(2), 49–56. Retrieved from <http://ojs.uho.ac.id/index.php/JPMIT/article/view/14912>
- Adhani, R., dan Husaini. (2017). Logam Berat Sekitar manusia (Kedua). Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press Pusat Pengelolaan Jurnal dan Penerbitan Unlam. Retrieved from <http://eprints.ulm.ac.id/2238>
- Almukarrama, Iswadi, dan Muh. S. L. (2015). Studi Kualitas Air Hasil Saringan Bahan Karbon Aktif, Pasir Silika Dan Kerikil. *Fisika Dan Terapannya*, 2, 1–6. Retrieved from <https://journal.uin-alaudidin.ac.id/index.php/jft/article/view/16113>
- Cosgrove, W. J., & Loucks, D. P. (2015). Water management: Current and future challenges and research directions. *Water Resources Research*, 51(6), 4823–4839. <https://doi.org/10.1002/2014WR016869>
- Dinka, M. O. (2018). Safe Drinking Water: Concepts, Benefits, Principles and Standards. In *Water Challenges of an Urbanizing World*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.71352>
- Dipo Satryo Suhendra, Irnawati Marsaulina, D. N. S. (2012). Analisis Kualitas Air Gambut Dan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Di Dusun Pulo Gambut Desa Suka Rame Baru Kecamatan Kuala Hulu Kabupaten Labuhan Batu Utara Tahun 2012. *Kesehatan Lingkungan Dan Kesehatan Kerja*. Retrieved from <https://www.neliti.com/id/publications/14415/>
- Eko Hartini. (2012). Cascade Aerator Dan Bubble Aerator Dalam Menurunkan Kadar Mangan Air Sumur Gali. *Kesehatan Masyarakat*, 8(5), 42–50. Retrieved from <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/kemas/article/view/2258>
- Febrina, L., & Ayuna, A. (2015). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 35–44. <https://doi.org/10.24853/jurtek.7.1.35-44>
- Godwin, C. M., Zehnpfennig, J. R., & Learman, D. R. (2020). Biotic and Abiotic Mechanisms of Manganese (II) Oxidation in Lake Erie. *Frontiers in Environmental Science*, 8. Retrieved from <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fenvs.2020.00057>
- Kemenkes R.I.2010. *Standard Kualitas Air Baku/Bersih*, Permenkes No. 907/MENKES/SK/VII/2010. <http://www.ampl.or.id/digilib/read/24-peraturan-menteri-kesehatan-republik-indonesia-no-492-menkes-per-iv-2010/50471>
- Khadse, G. K., Patni, P. M., & Labhasetwar, P. K. (2015). Removal of iron and manganese from drinking water supply. *Sustainable Water Resources Management*, 1(2), 157–165. <https://doi.org/10.1007/s40899-015-0017-4>
- Menteri Kesehatan R.I. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010.*, (2010). Indonesia. Retrieved from

- <https://stunting.go.id/kemenkes-permenkes-no-492-tahun-2010-tentang-persyaratan-kualitas-air-minum/>
- Nur, A., & Khoironi, A. (2021). Evaluasi Efektivitas Metode dan Media Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Tahu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(3), 565–575. <https://doi.org/10.14710/jil.19.3.565-575>
- Omer, N. H. (2019). Water Quality Parameters. In *Water Quality—Science, Assessments and Policy*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.89657>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. *Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*. (2001). <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/53103/pp-no-82-tahun-2001>
- Quddus, R. (2014). Teknik Pengolahan Air Bersih Dengan Sistem Saringan Pasir Lambat (Downflow). *Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(4), 669–675. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jtsl/article/view/1878>
- Ronny, R., Irfai, I., Mahyudin, D., & Jasman, J. (2019). Banana Stem Charcoal as Adsorbents Reduce Water Hardness Levels. *International Journal of Environment, Engineering and Education*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.55151/ijeedu.v1i1.7>
- Ronny, R., & Syam, D. M. (2018). Aplikasi Teknologi Saringan Pasir Silika dan Karbon Aktif dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Mitra Husada Makassar. *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 4(2), 62–66. <https://moraref.kemenag.go.id/documents/article/98745563641553851>
- Suhermono, Athaillah Mursyid, Emmy Sri Mahreda, Gt. C. (2014). Analisis Kandungan Besi (Fe), Mangan (Mn), Dan pH Air Tanah Hasil Pemboran Geoteknik Di Tambang Batubara PT Adaro Indonesia Kabupaten Tabalong Dan Balongan Provinsi Kalimantan Selatan. *EnviroScienceae*, 10, 103–111. <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es/article/view/1971>
- Trigunarto, S. I., Mulyono, R. A., & Suprawihadi, R. (2019). Alat Pengolah Air Tanah Menjadi Air Bersih dengan Proses Kombinasi Aerasi-Filtrasi Upflow (Desain Rancang Bangun). *Jurnal Kesehatan*, 10(1), 53. <https://doi.org/10.26630/jk.v10i1.1174>
- Widodo, T., Budiastuti, M. T. S., & Komariah, K. (2019). Water Quality and Pollution Index in Grenjeng River, Boyolali Regency, Indonesia. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 34(2), 150–161. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v34i2.29186>
- World Health Organization. (2006). *Guidelines for drinking-water quality: First addendum to the third edition, volume 1: recommendations*. Geneva: WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241547611>