

## ***Innovation in the Use of Agricultural Waste as a Water Filter Media through Household-Scale Water Treatment in West Halmahera***

### **Inovasi Penggunaan Limbah Pertanian sebagai Media Filter Air Melalui Pengolahan Air Skala Rumah Tangga di Halmahera Barat**

**Badrun Ahmad,<sup>1</sup> Muhammad Taufiq Yuda Saputra,<sup>2</sup> Hilda Alkatiri<sup>3</sup>**

Fakultas Teknik, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia<sup>123</sup>

E-mail:badrun@unkhair.ac.id

*Submitted: 10 June 2024 Revision: 2 November 2024 Accepted: 19 November 2024*

#### **Citation (APA Style):**

Ahmad, B., Saputra, M. T. Y., & Alkatiri, H. (2024). Innovation in the Use of Agricultural Waste as a Water Filter Media through Household-Scale Water Treatment in West Halmahera. *SERVIRE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 127-146. <https://doi.org/10.46362/servire.v4i2.265>.

#### **Abstract:**

*This community service aims to improve the quality of life of the people in Braha Village by providing affordable access to clean water. Currently, the water condition in Braha Village is murky, especially during the rainy season. This is due to poor sanitation, direct disposal of domestic waste into the ground, and leaking septic tanks, which are close to residents' wells, causing the water to become turbid. By utilizing agricultural waste as a water filter media, the community not only obtains clean water but can also reduce water treatment costs. Through a socialization process and the creation of simple water filtration technology, the community is encouraged to utilize local waste such as fruit peels and leaves as filter raw materials. The results show a significant improvement in water quality, as well as increased public awareness of the importance of maintaining environmental cleanliness. This innovation is expected to serve as a model for other villages in Indonesia to address similar problems.*

#### **Contribution:**

*This article makes a significant contribution to improving water quality in Braha Village by utilizing agricultural waste as an affordable and effective water filter medium. Additionally, it advocates the use of simple technologies that can be implemented by the local community to create sustainable solutions for the clean water supply.*

**Keywords:** *agricultural waste; water filter; water treatment; household scale*

#### **Abstrak:**

Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat Desa Braha melalui penyediaan akses air bersih yang terjangkau. Saat ini, kondisi air di desa Braha berwarna keruh, apalagi pada saat musim hujan. Hal ini karena buruknya sanitasi, pembuangan limbah domestik ke tanah secara langsung, dan septik yang tidak kedap air, berdekatan dengan sumur warga menjadi penyebab kekeruhan air. Dengan memanfaatkan limbah pertanian sebagai media filter air, masyarakat tidak hanya mendapatkan air bersih, tetapi juga dapat mengurangi biaya pengolahan air. Melalui

proses sosialisasi dan pembuatan teknologi penyaringan air secara sederhana ini, masyarakat diajak untuk memanfaatkan limbah lokal seperti kulit buah dan daun sebagai bahan baku filter. Hasilnya menunjukkan peningkatan kualitas air yang signifikan, serta peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kebersihan lingkungan. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi model bagi desa-desa lain di Indonesia dalam mengatasi permasalahan serupa.

**Kontribusi:**

Artikel ini memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan kualitas air di Desa Braha dengan memanfaatkan limbah pertanian sebagai media filter air yang murah dan efektif. Selain itu, artikel ini juga menyarankan penggunaan teknologi sederhana yang dapat diimplementasikan oleh masyarakat desa untuk menciptakan solusi berkelanjutan dalam penyediaan air bersih.

**Kata kunci:** limbah pertanian; filter air; pengolahan air; skala rumah tangga

**PENDAHULUAN**

Peranan air dalam kehidupan sehari-hari sangat penting. Aktivitas manusia sebanyak 80 persen seperti mencuci, memasak, mandi, dan minum membutuhkan air.<sup>1</sup> Kualitas air sesuai baku mutu diperlukan untuk melakukan berbagai aktivitas. Saat ini, krisis air bersih terjadi pada banyak desa di Indonesia, salah satunya di desa mitra, Desa Braha Kecamatan Jailolo Selatan, Kabupaten Halmahera Barat, Provinsi Maluku Utara. Sebuah desa terpencil yang berada di dataran tinggi yang dikelilingi oleh lereng dan memiliki luas 9,30 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk 714 jiwa. Saat ini, kondisi air di desa Braha berwarna keruh, apalagi pada saat musim hujan. Hal ini karena buruknya sanitasi, pembuangan limbah domestik ke tanah secara langsung, dan tanki septik yang tidak kedap air, berdekatan dengan sumur warga menjadi penyebab kekeruhan air. Data United Nations Children's Fund (Unicef), 70 persen dari 20.000 sumber air minum rumah tangga di Indonesia telah tercemar limbah tinja.<sup>2</sup>

Unicef menyampaikan mengonsumsi air tercemar mengakibatkan penyakit diare yang merupakan penyebab utama kematian balita. Kemenkes mencatat angka kematian tertinggi pada balita (berusia 12 sampai 29 bulan) di Indonesia disebabkan oleh penyakit diare. Akibat lainnya, mengonsumsi air yang sudah tercemar menyebabkan iritasi kulit,

---

<sup>1</sup> A.K. Plappally and J.H. Lienhard V, "Energy Requirements for Water Production, Treatment, End Use, Reclamation, and Disposal," *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, no. 7 (September 2012): 4818-48, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.05.022>.

<sup>2</sup> Ismaila Rimi Abubakar, "Factors Influencing Household Access to Drinking Water in Nigeria," *Utilities Policy* 58 (June 2019): 40-51, <https://doi.org/10.1016/j.jup.2019.03.005>.

penyakit hepatitis, bahkan kanker. Warga desa Braha menyampaikan bahwa air yang dikonsumsi sangat berasa dan terkadang berbau. Dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan bahwa air bersih yang dikonsumsi seharusnya tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa.<sup>3</sup>

Adanya indikasi warna, rasa, dan bau, menunjukkan bahwa air di desa Braha tercemar limbah domestik secara antropogenik. Solusi untuk mengatasi air limbah yaitu, bekerja sama dengan karang taruna desa Braha untuk membuat alat penyaring sederhana sebagai biosorben dengan memanfaatkan limbah pertanian kulit kacang tanah, kulit pisang, kulit singkong, daun pala kering, daun cengkeh kering, dan media filter lainnya.<sup>4</sup> Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan limbah pertanian sebagai media penyaring efektif untuk menyisihkan logam berat dan zat organik penyebab pencemaran pada air yang berwarna, pH yang rendah pada air tercemar membuat adsorpsi maksimum limbah pertanian terhadap ion logam Kromium Hexavalen (Cr VI) yang terkandung pada air limbah. Sebab, pH rendah membuat permukaan biosorben bermuatan positif, sehingga terjadi tarik menarik akibat gaya coulomb dan mengakibatkan penyerapan ion Cr VI pada filter yang digunakan. Tujuan kegiatan pemberdayaan kemitraan masyarakat (PKM) ini membantu masyarakat membuat alat penyaring sederhana untuk mengolah air yang bersumber dari sumur dengan memanfaatkan limbah pertanian seperti kulit pisang dan daun-daun kering di sekitar rumah, media filter pendukung seperti pasir, kerikil, dan arang yang mudah didapatkan sebagai media filter.<sup>5</sup> Harapannya, alat penyaring sederhana ini membuat air yang dikonsumsi untuk kebutuhan rumah tangga menjadi lebih bersih, sehingga kualitas kesehatan warga desa Braha menjadi lebih baik.

Bagi mahasiswa ini adalah kegiatan pembelajaran yang termasuk pada kategori kegiatan MBKM membangun desa atau kuliah kerja nyata tematik. Mahasiswa diharapkan dapat belajar secara kontekstual terkait matakuliah yang akan dikonversi,

---

<sup>3</sup> Miftahul Djana, "Analisis Kualitas Air Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Natar Hajimena Lampung Selatan," *Jurnal Redoks* 8, no. 1 (June 22, 2023): 81–87, <https://doi.org/10.31851/redoks.v8i1.11853>.

<sup>4</sup> Nataša Karić et al., "Bio-Waste Valorisation: Agricultural Wastes as Biosorbents for Removal of (in)Organic Pollutants in Wastewater Treatment," *Chemical Engineering Journal Advances* 9 (March 2022): 100239, <https://doi.org/10.1016/j.ceja.2021.100239>.

<sup>5</sup> Rasha S. Ahmed et al., "Heavy Metals Removal from Industrial Wastewater Using Bio-Adsorbent Materials Based on Agricultural Solid Wastes through Batch and Continuous Flow Mechanisms," *Journal of Water Process Engineering* 57 (January 2024): 104665, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.104665>.

yaitu rekayasa penyehatan lingkungan, pengembangan sumber daya air, dan sistem jaringan air limbah. Kegiatan ini juga dalam rangka pencapaian Indikator Kinerja Utama (IKU) perguruan tinggi, yaitu mahasiswa mendapat pengalaman di luar kampus (IKU 2) serta Kelas yang Kolaboratif dan Partisipatif (IKU 7), menerapkan matakuliah terkait ke-air-an dalam bidang teknik sipil, yaitu pengembangan sumber daya air, teknik penyehatan lingkungan, dan sistem jaringan air limbah.

Materi dari kuliah-kuliah ini diterapkan langsung melalui proyek pembuatan alat penyaring yang menggunakan limbah pertanian. Kegiatan ini bertujuan untuk menciptakan alat penyaring serta mendemonstrasikan cara kerjanya kepada masyarakat melalui sosialisasi. Selain itu, warga juga dilibatkan dalam workshop untuk belajar membuat alat tersebut secara langsung, dengan pendampingan yang intensif. Evaluasi dan pembinaan dilakukan secara berkelanjutan agar warga dapat terus memanfaatkan dan mengembangkan teknologi sederhana ini.<sup>6</sup>

## **METODE**

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di Desa Braha, Kabupaten Halmahera Barat, Kecamatan Jailolo Selatan, Provinsi Maluku Utara. Pelaksanaan kegiatan pengabdian dimulai dengan studi literatur terkait penerapan teknologi filtrasi. Setelah itu, melakukan survei kondisi kualitas air di desa Braha lalu mendesain alat saring yang dilengkapi media filtrasi. Langkah-langkah berikut adalah melakukan sosialisasi bahaya kesehatan jika mengonsumsi air tercemar dan memperkenalkan alat filtrasi kepada masyarakat disertai pelatihan pembuatan peralatan serta penerapan teknologi penyaringan. Pendampingan dan evaluasi perlu dilakukan, supaya penerapan teknologi berjalan maksimal. Langkah terakhir adalah melakukan fungsi manajemen PDCA agar alat filtrasi ini tetap dijalankan.

Pelaksanaan kegiatan pengabdian dimulai dengan studi literatur terkait penerapan teknologi filtrasi.<sup>7</sup> Setelah itu, mendesain alat saring yang dilengkapi media

---

<sup>6</sup> Frank Geels, "Co-Evolution of Technology and Society: The Transition in Water Supply and Personal Hygiene in the Netherlands (1850–1930)—a Case Study in Multi-Level Perspective," *Technology in Society* 27, no. 3 (August 2005): 363–97, <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2005.04.008>.

<sup>7</sup> Lars Osterwalder et al., "Multi-Criteria Assessment of Community-Based Fluoride-Removal Technologies for Rural Ethiopia," *Science of The Total Environment* 488–489 (August 2014): 532–38, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.072>.

filtrasi. Langkah berikut adalah melakukan sosialisasi bahaya kesehatan jika mengonsumsi air tercemar dan memperkenalkan alat filtrasi kepada masyarakat disertai pelatihan pembuatan peralatan serta penerapan teknologi penyaringan. Pendampingan dan evaluasi perlu dilakukan, supaya penerapan teknologi berjalan maksimal. Langkah terakhir adalah melakukan fungsi manajemen PDCA agar alat filtrasi ini tetap dijalankan. Berikut adalah penjelasan bagan alir kegiatan dan penjelasan detail dari setiap metode kegiatan ini.

### **Sosialisasi**

Sosialisasi bertujuan memberikan informasi terkait filter dengan pemanfaatan limbah pertanian seperti kulit pisang dan kulit kacang.<sup>8</sup> Dalam sosialisasi ini akan dibantu mahasiswa untuk membagikan pamflet dan selebaran berisi informasi terkait pencemaran air dan alat penyaringan sebagai solusi. Materi sosialisasi pertama, menjelaskan secara teoritis, bahaya terhadap kesehatan jika mengonsumsi air yang tercemar. Materi kedua, penyampaian terkait kebutuhan air dan ketersediaan air yang sudah diidentifikasi. Ketiga, pembahasan seputar teknik pembuatan alat filtrasi dan cara pengoperasiannya. Keempat, materi yang dibahas terkait permasalahan manajemen pengelolaan air bersih, hal-hal yang menjadi kendala, dan solusinya.

Metode sosialisasi menggunakan slide presentasi power point yang dibuat menarik, menampilkan video, dan simulasi. Penyampaian materi sosialisasi didahului kuliah dengan metode ceramah, berikutnya tanya jawab dan diskusi. Sosialisasi dilaksanakan di kantor desa dan melibatkan seluruh warga. Teknik evaluasi pemahaman menggunakan pre test dan post test. Pre test adalah menguji pemahaman masyarakat sebelum mengikuti pelatihan dan post test untuk menguji pemahaman mereka sesudah mengikuti sosialisasi. Bagi masyarakat yang memiliki nilai pre test dan post test yang bagus, maka akan diikutsertakan dalam tim karang taruna desa Braha yang dilatih khusus untuk membantu memberikan informasi kepada masyarakat.

---

<sup>8</sup> Bienvenu Gael Fouda Mbanga et al., "Heavy Metals Removals from Wastewater and Reuse of the Metal Loaded Adsorbents in Various Applications: A Review" (CHEMISTRY, December 2, 2022), <https://doi.org/10.20944/preprints202212.0043.v1>.

## **Pelatihan**

Kelanjutan dari sosialisasi ini adalah mengadakan pelatihan rekayasa pembuatan alat filtrasi air, yang bertujuan agar masyarakat Desa Braha dapat menjadi mandiri dalam memproduksi filter air sendiri. Dalam pelatihan ini, warga diberikan arahan serta kesempatan untuk mempraktikkan langsung teknik-teknik pembuatan filter dengan menggunakan bahan-bahan yang mudah ditemukan di sekitar mereka. Mahasiswa dan tim karang taruna desa Braha yang telah dilatih sebelumnya, berperan aktif dalam memberikan bimbingan dan membantu melatih warga selama sesi pelatihan ini. Proses pelatihan dilakukan dengan pendekatan yang interaktif, memastikan warga memahami setiap langkah dan teknik yang diajarkan. Harapannya, setelah mengikuti pelatihan, warga dapat membuat dan menggunakan filter air sederhana ini dengan efektif untuk meningkatkan kualitas air yang mereka konsumsi.

## **Penerapan Teknologi**

Penerapan teknologi dengan cara mengoperasikan alat filter yang dimulai dengan memompa air sumur ke drum yang dilengkapi media filter. Air tersebut disaring melalui beberapa lapisan media filter pada lapisan media pertama terdiri daun, kulit kacang, kulit pisang, dan kulit singkong<sup>9</sup>. Penyaringan dilanjutkan pada media filter kedua yaitu menggunakan sabuk kelapa, ijuk, arang aktif, pasir, dan kerikil. Penerapan teknologi ini melibatkan tim karang taruna desa Braha untuk membantu warga yang memiliki sabuk kelapa, ijuk, arang aktif, pasir, dan kerikil.

## **Pendampingan dan Evaluasi**

Penerapan teknologi akan didampingi oleh mahasiswa. Mahasiswa diminta untuk melakukan kunjungan ke desa secara rutin minimal sebulan sekali untuk memantau progres keberlanjutan. Mahasiswa berpartisipasi untuk membantu mitra desa untuk menyelesaikan permasalahan terkait kesulitan dalam penerapan teknologi sederhana ini. Tim karang taruna desa Braha menangani permasalahan teknis dan manajemen pengelolaan air bersih. Tim yang dibentuk bertanggungjawab untuk memantau secara

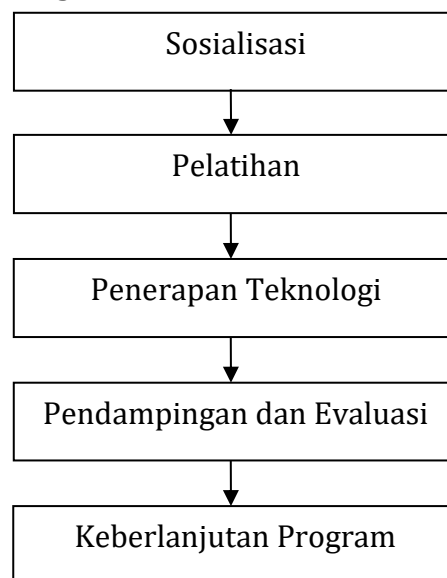
---

<sup>9</sup> Lydia D. Senanu, Gordana Kranjac-Berisavljevic, and Samuel J. Cobbina, "The Use of Local Materials to Remove Heavy Metals for Household-Scale Drinking Water Treatment: A Review," *Environmental Technology & Innovation* 29 (February 2023): 103005, <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103005>.

rutin. Pemantauan dilakukan disertai dengan evaluasi kekurangan dan melakukan perbaikan jika terjadi permasalahan teknis atau terjadi kerusakan alat filter.

### Keberlanjutan Program

Keberlanjutan program dilakukan berdasarkan pada manajemen pengelolaan sumber air bersih dengan menjalankan fungsinya yaitu, *plan, do, check, dan act*. Adanya siklus PDCA ini membuat program pengolahan air bersih dengan media filter akan dipastikan tetap dijalankan. Keberlanjutan dipengaruhi oleh faktor efisiensi, efektivitas, dan realitas. Bahan baku filter berasal dari sampah pertanian yang sudah tidak terpakai sehingga lebih efisien. Efektivitas berdasarkan pada saat pengoperasian tidak terlalu membutuhkan sumber daya, hanya perlu sumber listrik untuk kebutuhan memompa air dari sumur galian diangkut ke drum. Realitas karena kenyataannya semua bahan, alat, dan sumber daya tersedia sehingga tidak sulit untuk dilakukan. Ketiga hal ini menjamin keberlanjutan program penyaringan air.



Figur 1. Alir Kegiatan

### HASIL

Kegiatan pengabdian masyarakat ini merupakan upaya untuk meningkatkan kualitas air dan kesadaran masyarakat terhadap kesehatan. Kegiatan ini dimulai dengan studi literatur dan ditemukan bahwa banyak referensi yang dimuat pada jurnal nasional dan internasional tentang penggunaan biochar yang berasal dari limbah pertanian seperti kulit durian, kulit kacang, kulit pisang yang dapat digunakan sebagai adsorben

dalam penyaringan air yang mempunyai kandungan logam berat dan zat pencemar yang berbahaya lainnya. Biochar adalah bahan karbon yang dihasilkan dari proses pirolisis (pemanasan tanpa oksigen) limbah organik, seperti kulit kacang dan kulit singkong. Teknologi ini dapat dimanfaatkan sebagai media filtrasi untuk meningkatkan kualitas air. Biochar merupakan produk dari pengolahan limbah pertanian yang tidak hanya mengurangi limbah tetapi juga berfungsi sebagai media penyaring yang efektif. Biochar memiliki porositas tinggi dan luas permukaan yang besar, sehingga mampu menyerap kontaminan dalam air.

### **Pembuatan Biochar dan Desain Alat**

Pembuatan biochar dari limbah pertanian ini menggunakan kayu yang sudah tidak dipakai, daun, dan kulit buah yang dibakar dengan oksigen yang terbatas di lubang lalu ditutupi setelah sudah menjadi arang diangkat. Prosesnya diperlihatkan pada Figur 1 berikut:



**Figur 2. Pirolisis Biochar dari Limbah Pertanian**



**Figur 3. Hasil Pirolisis Limbah Pertanian**

Biochar dari limbah pertanian hasil pirolisis nanti dimasukkan ke dalam tangki profil untuk proses penyaringan.<sup>10</sup> Biochar dimasukkan pada tangki profil pertama. Proses penyaringan pada tangki profil pertama untuk menyaring logam berat, zat kimia berbahaya lain, bakteri yang terkandung pada air.<sup>11</sup> Sementara tangki profil kedua diisi dengan adsorben lain yang berasal dari ijuk, sabut kelapa, kerikil, pasir yang bertujuan untuk menyerap sisa kotoran yang terlepas pada tangki profil pertama, sehingga air yang keluar dari tangki kedua sudah menjadi air yang layak untuk dikonsumsi.<sup>12</sup>

Proses filtrasi menggunakan adsorben berbasis limbah pertanian umumnya dilakukan dengan yang dimulai dengan limbah pertanian dikeringkan, dihancurkan, dipirolisis, dan dibentuk menjadi butiran atau partikel.<sup>13</sup> Pemasangan media filter yaitu, butiran atau partikel media filter dimasukkan ke dalam tangki atau kolom filtrasi.<sup>14</sup> Air yang akan disaring dialirkan melalui media filter. Selama proses aliran, kontaminan dalam air akan teradsorpsi oleh permukaan media filter. Air yang keluar dari filter akan menjadi lebih bersih dan bebas dari kontaminan.

Figur 3 menunjukkan tangki profil yang digunakan untuk penyaringan air. Kedua tangki disusun pada dudukan yang dibuat di bengkel las. Kedua tangki memiliki fungsi yang berbeda. Tangki pertama untuk menyaring zat kimia berbahaya. Tangki kedua untuk menyaring kotoran berlebihan yang lolos.



Figur 4. Tangki Profil Berisi Adsorben yang Digunakan sebagai Media Filter Air

<sup>10</sup> Ioannis Anastopoulos et al., "Agricultural Biomass/Waste as Adsorbents for Toxic Metal Decontamination of Aqueous Solutions," *Journal of Molecular Liquids* 295 (2019): 111684.

<sup>11</sup> PC Emenike et al., "Potentiality of Agricultural Adsorbent for the Sequestering of Metal Ions from Wastewater," 2016.

<sup>12</sup> Foong et. All, 2022.

<sup>13</sup> Kayode Adesina Adegoke and Olugbenga Solomon Bello, "Dye Sequestration Using Agricultural Wastes as Adsorbents," *Water Resources and Industry* 12 (2015): 8–24.

<sup>14</sup> Anastopoulos et al., "Agricultural Biomass/Waste as Adsorbents for Toxic Metal Decontamination of Aqueous Solutions."

Pada Figur 4 menunjukkan filtrasi pada dua tangki yang merupakan suatu proses penyaringan air bertujuan untuk menghilangkan kotoran, partikel, dan zat-zat terlarut yang tidak diinginkan dalam air. Proses ini umumnya dilakukan dengan mengalirkan air melalui media filter yang memiliki pori-pori sangat kecil.<sup>15</sup> Media filter ini akan menahan partikel-partikel kotoran sehingga air yang keluar menjadi lebih bersih.<sup>16</sup> Adsorben dari limbah pertanian menggunakan bahan yang memiliki kemampuan untuk menyerap molekul atau ion dari suatu larutan atau gas ke permukaannya.<sup>17</sup> Adsorben sering digunakan sebagai media filter karena memiliki luas permukaan yang sangat besar, sehingga mampu menyerap berbagai macam kontaminan dalam air.<sup>18</sup> Beberapa jenis adsorben yang digunakan antara lain seperti kulit buah dan batang tanaman memiliki potensi yang sangat besar untuk dijadikan adsorben karena mengandung senyawa-senyawa organik yang memiliki kemampuan adsorpsi.<sup>19</sup> Desa Braha telah berhasil menerapkan teknologi penyaringan air berbasis limbah pertanian sebagai media filter.<sup>20</sup> Media filter yang digunakan terbuat dari limbah perkebunan dan pertanian, seperti daun dan kulit buah.<sup>21</sup> Penggunaan limbah pertanian sebagai media filter memiliki beberapa

---

<sup>15</sup> Ida Medawaty, "Sanitasi Taman Salah Satu Alternatif Sistem Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga," *Jurnal Permukiman Vol 4*, no. 1 (2009); Sischa Anisa, Darwin Darwin, and Muhammad Yasar, "Pengaruh Aplikasi Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) Untuk Pengolahan Limbah Air Lindi (Leachate) Secara Aerobik Terhadap Kualitas Air," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian 4*, no. 3 (2019): 125–34; Nur Fitria Farida, Sirajuddin Haji Abdullah, and Asih Priyati, "Analisis Kualitas Air Pada Sistem Pengairan Akuaponik [Analysis of Water Quality in Aquaponic Irrigation System]," *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem 5*, no. 2 (2017): 385–94.

<sup>16</sup> M Jalaly, "Eco Filter Air Dengan Memanfaatkan Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Media Filtrasi Untuk Menurunkan Kekeruhan Dan Kadar TSS (Total Suspended Solid)," 2020; Aisyah Qisthy Millatisilmi, "Eco Filter Air Dengan Memanfaatkan Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Media Filtrasi Untuk Menurunkan Kadar Timbal (Pb)," 2020; Laily Noer Hamidah and Ardhana Rahmayanti, "Pemanfaatan Zeolit Dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Jumlah Bakteri Pada Filter Pengolah Air Payau," vol. 1, 2018, 113–18.

<sup>17</sup> Risti Ristianingsih Badu, "Pengolahan Air Sumur Gali Menggunakan Filter Dengan Karbon Aktif Untuk Mengurangi Parameter pH Dan TDS," *CivETech 5*, no. 2 (2023): 45–53; Rika Sri Utami et al., "Sistem Kendali Dan Pemantau Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Salinitas, Suhu, Dan Ph Air," *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro 8*, no. 1 (2023).

<sup>18</sup> Mbanga et al., "Heavy Metals Removals from Wastewater and Reuse of the Metal Loaded Adsorbents in Various Applications"; Stephanie L Gora and Susan A Andrews, "Adsorption of Natural Organic Matter and Disinfection Byproduct Precursors from Surface Water onto TiO<sub>2</sub> Nanoparticles: pH Effects, Isotherm Modelling and Implications for Using TiO<sub>2</sub> for Drinking Water Treatment," *Chemosphere 174* (2017): 363–70.

<sup>19</sup> Ahmed et al., "Heavy Metals Removal from Industrial Wastewater Using Bio-Adsorbent Materials Based on Agricultural Solid Wastes through Batch and Continuous Flow Mechanisms."

<sup>20</sup> Anastopoulos et al., "Agricultural Biomass/Waste as Adsorbents for Toxic Metal Decontamination of Aqueous Solutions."

<sup>21</sup> Sharmeen Afroze and Tushar Kanti Sen, "A Review on Heavy Metal Ions and Dye Adsorption from Water by Agricultural Solid Waste Adsorbents," *Water, Air, & Soil Pollution 229* (2018): 1–50.

keuntungan, antara lain.<sup>22</sup>

Limbah pertanian mudah didapatkan secara gratis atau dengan biaya yang sangat murah. Penggunaan limbah pertanian mengurangi volume sampah dan memanfaatkan sumber daya alam secara lebih efisien. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa limbah pertanian memiliki kemampuan adsorpsi yang tidak kalah dengan adsorben komersial<sup>23</sup>. Keunggulan filtrasi menggunakan adsorben berbasis limbah pertanian yaitu mampu menghilangkan berbagai macam kontaminan dalam air, menggunakan bahan alami dan mengurangi limbah, biaya produksi media filter sangat rendah, serta teknologi ini dapat diterapkan secara sederhana dan tidak memerlukan peralatan yang rumit.<sup>24</sup>

### Efisiensi Alat Penyaring

Alat penyaring ini efisien untuk menyaring air karena sudah dilakukan pengujian terhadap kualitas air yang dihasilkan oleh peralatan. Hal ini sudah dilakukan uji coba terhadap parameter kualitas air sebelum dan sesudah penyaringan. Kualitas air yang diukur antara lain pH, TDS, dan Salinitas berdasarkan pada peraturan menteri Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 yang dibandingkan dengan baku mutu. Pengukuran ini dilakukan di Laboratorium Keairan Program Studi Teknik Sipil Universitas Khairun. Hasil Pengukuran disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Desa Braha

No	Parameter	Satuan	Air Sebelum difilter	Air Sesudah difilter	Baku Mutu
1	pH	-	8,7	7	7
2	TDS	mg/L	310	61	<300
3	Salinitas	%	4%	1%	<5%

Tabel 1 di atas menyajikan perbandingan kualitas air sebelum dan sesudah melalui proses filtrasi yang menunjukkan efektivitas proses filtrasi dalam memperbaiki kualitas air. Nilai pH air sebelum filtrasi adalah 8,7, yang menunjukkan air bersifat basa.

<sup>22</sup> KS Bharathi and ST Ramesh, "Removal of Dyes Using Agricultural Waste as Low-Cost Adsorbents: A Review," *Applied Water Science* 3 (2013): 773-90.

<sup>23</sup> Alfons Weersink et al., "Economic Instruments and Environmental Policy in Agriculture," *Canadian Public Policy/Analyse de Politiques*, 1998, 309-27.

<sup>24</sup> Plappally and Lienhard V, "Energy Requirements for Water Production, Treatment, End Use, Reclamation, and Disposal."

Setelah proses filtrasi, nilai pH turun menjadi 7, yang berarti air menjadi netral dan telah memenuhi baku mutu.<sup>25,26</sup> Penurunan pH ini mengindikasikan bahwa proses filtrasi berhasil menetralkan tingkat keasaman air.<sup>27</sup> Nilai TDS sebelum filtrasi cukup tinggi, yaitu 310 mg/L. Setelah filtrasi, nilai TDS turun drastis menjadi 61 mg/L, yang jauh di bawah baku mutu (<300 mg/L). Penurunan TDS ini menunjukkan bahwa proses filtrasi sangat efektif dalam menghilangkan zat padat terlarut dalam air, seperti mineral, garam, dan partikel lainnya.<sup>28</sup> Nilai salinitas sebelum filtrasi adalah 4%, sedangkan setelah filtrasi turun menjadi 1%, yang juga jauh di bawah baku mutu (<5%).<sup>29</sup> Penurunan salinitas ini menunjukkan bahwa proses filtrasi berhasil mengurangi kadar garam dalam air.<sup>30</sup>

### **Pemeliharaan dan Keberlanjutan Alat**

Pengelolaan alat diserahkan kepada karang taruna desa Braha untuk membantu melakukan *maintenance* peralatan yang dilakukan secara rutin setiap bulan. Pemeliharaan alat ini dengan cara dibersihkan semua media filternya agar tidak terkontaminasi. Pemeriksaan dan pemantauan juga dilakukan oleh mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas ke desa Braha. Hal ini karena sudah ada kerjasama antara pihak desa dan Program Studi Teknik Sipil Universitas Khairun.

### **PEMBAHASAN**

Sosialisasi ini merupakan sebuah kegiatan penyebarluasan informasi dan pengetahuan kepada masyarakat Desa Braha Kabupaten Halmahera Barat mengenai sebuah inovasi teknologi sederhana. Inovasi ini memanfaatkan limbah pertanian yang

---

<sup>25</sup> badril Azhar, "Analisa Kualitas Air Waduk Undip Semarang Sebagai Sumber Air Bersih (Analysis of Reservoir Water Quality Undip Semarang as a Source of Pure Water)," 2016.

<sup>26</sup> Devi Arvianti and Juandi Muhammad, "Interpretasi Kualitas Air Bawah Tanah Di Kelurahan Tangkerang Tengah Kecamatan Marpoyan Damai Menggunakan Metode Geolistrik Dan Geokimia," *Komunikasi Fisika Indonesia* 18, no. 2 (2021): 124–30.

<sup>27</sup> Badu, "Pengolahan Air Sumur Gali Menggunakan Filter Dengan Karbon Aktif Untuk Mengurangi Parameter pH Dan TDS."

<sup>28</sup> Mayang Sari and Mifta Huljana, "Analisis Bau, Warna, TDS, pH, Dan Salinitas Air Sumur Gali Di Tempat Pembuangan Akhir," *ALKIMIA: Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan* 3, no. 1 (2019): 1–5.

<sup>29</sup> Yanny Yanny, Muliadi Muliadi, and Margaretha Tonengan, "Pengukuran Kualitas Air Sumur (pH, TDS, Salinitas) Di Desa Matsa Halmahera Utara," *Interaksi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1, no. 1 (2024): 20–26.

<sup>30</sup> Utami et al., "Sistem Kendali Dan Pemantau Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Salinitas, Suhu, Dan Ph Air"; Yusuf Etikasari, Rachmanto Tuhu Agung, and Laksmono W Rudy, "Pengaruh Tekanan Reverse Osmosis Pada Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih," *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* 2, no. 1 (2010): 78–87.

mudah ditemukan di sekitar desa, seperti kulit buah dan daun, sebagai bahan utama untuk membuat filter air. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kualitas air yang dikonsumsi oleh masyarakat desa, terutama yang berasal dari sumber air yang kurang bersih. Sosialisasi ini dilanjutkan pemasangan alat penyaring teknologi sederhana untuk menyaring air yang tercemar oleh limbah rumah tangga.<sup>31</sup>

Dalam sosialisasi ini juga disampaikan terkait dengan dampak buruk bagi Kesehatan masyarakat yang mengonsumsi air tanpa difilter terlebih dahulu yaitu menyebabkan penyakit seperti diare karena adanya kandungan bakteri ecoli yang berlebih dan kandungan zat kimia berbahaya. Selain itu, ada efek kronik yang ditimbulkan selama bertahun-tahun setelah logam berat dan pestisida yang terakumulasi di dalam tubuh. Efek kronik seperti penyakit kanker dan penyakit berbahaya lainnya. Sebab itu, kandungan air yang mengandung logam berat mineral yang berlebih, zat organik berlebih pada air harus disisihkan dengan alat penyaring yang menggunakan berbagai macam media filter untuk proses adsorpsinya. Media filter yang murah, efisien, efektif, dan bahannya tersedia di desa adalah adsorben yang berasal dari limbah pertanian. Berikut adalah dokumentasi sosialisasi yang dilakukan di desa Braha pada 6 Oktober 2024.



Figur 5. Sosialisasi Terkait Penggunaan Limbah Pertanian Sebagai Media Filter

<sup>31</sup> Senanu, Kranjac-Berisavljevic, and Cobbina, "The Use of Local Materials to Remove Heavy Metals for Household-Scale Drinking Water Treatment."



Figur 6. Foto Bersama dengan Perangkat Desa dan Masyarakat yang mengikuti sosialisasi

Sosialisasi mengenai inovasi teknologi sederhana dalam pengolahan air bersih merupakan langkah penting untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat Desa Braha, Kabupaten Halmahera Barat. Kegiatan ini bertujuan untuk menyebarkan informasi dan pengetahuan tentang cara memanfaatkan limbah pertanian—seperti kulit buah dan daun—sebagai bahan utama dalam pembuatan filter air. Mengingat bahwa sebagian besar masyarakat desa bergantung pada sumber air yang tidak selalu bersih, penerapan teknologi ramah lingkungan ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis dalam menjamin ketersediaan air bersih yang aman untuk konsumsi sehari-hari.<sup>32</sup>

Proses sosialisasi dimulai dengan pengenalan pentingnya air bersih dan risiko kesehatan yang dihadapi akibat mengonsumsi air yang tercemar. Dalam sesi ini, masyarakat diberikan pemahaman tentang potensi limbah pertanian yang sering kali dianggap tidak berguna, dan bagaimana limbah tersebut dapat dimanfaatkan secara efektif. Dengan teknik penyaringan yang sederhana namun efisien, diharapkan masyarakat bisa terlibat langsung dalam pembuatan dan penggunaan filter air yang terbuat dari material yang ada di sekitar mereka. Melalui berbagai metode seperti diskusi kelompok, demonstrasi langsung, dan pembagian materi edukatif, diharapkan masyarakat mendapatkan gambaran jelas tentang cara kerja alat penyaring ini serta

<sup>32</sup> Firman Firman et al., "Sosialisasi Dan Pendampingan Masyarakat Kelurahan Tosa Kecamatan Tidore Timur Dalam Pengujian Kualitas Air," *Journal Of Khairun Community Services* 3, no. 2 (2023).

manfaatnya.<sup>33</sup>

Setelah sosialisasi, tahap selanjutnya adalah pemasangan alat penyaring air berbasis teknologi sederhana ini di beberapa titik strategis yang menjadi sumber air bagi masyarakat. Dalam proses ini, anggota masyarakat akan diajak untuk ikut serta dalam pemasangan dan pemeliharaan alat tersebut, sehingga mereka merasa memiliki dan bertanggung jawab terhadap kelangsungan penggunaan alat penyaring yang telah dipasangkan. Pelatihan mengenai cara perawatan dan penggantian material filter juga akan diberikan, agar fungsi alat dapat tetap optimal selama mungkin. Dengan berada di garis depan dalam implementasi inovasi ini, masyarakat diharapkan tidak hanya belajar untuk mengolah air bersih, tetapi juga mulai mengedukasi satu sama lain tentang pentingnya menjaga kebersihan lingkungan, yang merupakan bagian integral dari kesehatan masyarakat secara keseluruhan.

Melalui upaya sosialisasi dan pemasangan alat penyaring air menggunakan teknologi sederhana ini, diharapkan kualitas air yang dikonsumsi masyarakat Desa Braha dapat meningkat secara signifikan. Perbaikan ini diharapkan tidak hanya berdampak pada kesehatan masyarakat, tetapi juga meningkatkan kesadaran akan potensi limbah pertanian sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan. Dengan berkelanjutan, inisiatif ini bisa menjadi model untuk desa lain yang menghadapi masalah serupa, berkontribusi pada peningkatan kualitas hidup dan keberlanjutan lingkungan di kawasan Halmahera Barat secara umumnya.

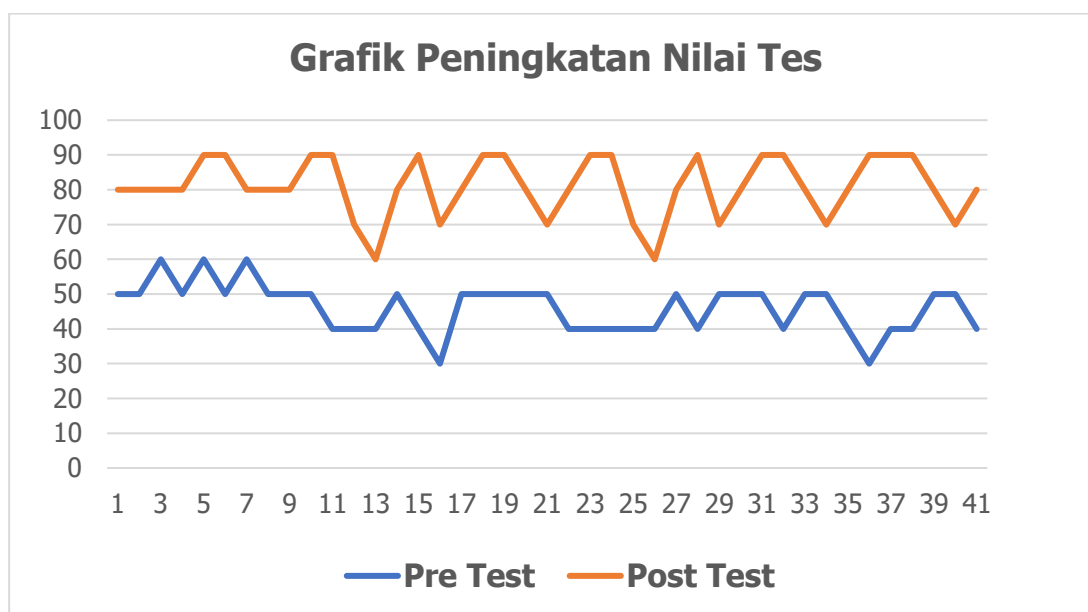
Dalam sosialisasi ini melibatkan sekitar 40 orang warga masyarakat. Dalam sosialisasi pengabdian masyarakat ini melibatkan mahasiswa untuk turut memberikan informasi kepada masyarakat. Warga masyarakat yang mengikuti sosialisasi ini diuji pengetahuannya dengan menggunakan kuis dan hasil kuis sebelum dan sesudah disajikan grafik pada Figur 7.

Grafik pada Figur 7 ini menampilkan perbandingan nilai antara pre test (ujian sebelum pembelajaran) dan post test (ujian setelah pembelajaran) dalam bentuk garis. Setiap titik pada garis mewakili nilai yang diperoleh pada suatu tes tertentu. Garis biru yang mewakili pre-test menunjukkan fluktuasi nilai yang cukup signifikan. Terdapat beberapa titik di mana nilai naik dan beberapa titik di mana nilai turun. Hal ini

---

<sup>33</sup> Abubakar, "Factors Influencing Household Access to Drinking Water in Nigeria."

mengindikasikan bahwa pemahaman atau penguasaan materi pada awal pembelajaran masih belum stabil dan cenderung bervariasi antar peserta. Beberapa faktor yang mungkin mempengaruhi fluktuasi ini antara lain perbedaan latar belakang pengetahuan peserta, tingkat kesulitan materi yang diujikan, atau bahkan faktor eksternal seperti kondisi kesehatan atau mood peserta saat mengikuti ujian.



Figur 7. Hasil Pre Test dan Post Test Saat Sosialisasi

Sebaliknya, garis oranye yang mewakili post-test cenderung berada di level yang lebih tinggi dibandingkan garis biru. Ini menunjukkan adanya peningkatan nilai secara umum setelah peserta mengikuti program atau materi pembelajaran yang diberikan. Peningkatan nilai ini mengindikasikan bahwa sosialisasi atau pembelajaran yang dilakukan telah efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta terhadap materi yang diajarkan.

Dari grafik ini, kita dapat menarik beberapa kesimpulan awal yaitu program atau materi pembelajaran yang diberikan tampaknya cukup efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta. Meskipun ada beberapa fluktuasi pada post-test, secara keseluruhan terlihat adanya peningkatan yang konsisten dibandingkan dengan pre-test. Beberapa titik pada post-test di mana nilai peserta cenderung menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa masih ada ruang untuk perbaikan dalam desain atau pelaksanaan program pembelajaran.

## **KESIMPULAN**

Kegiatan ini bertema pemberdayaan masyarakat melalui penggunaan limbah pertanian sebagai media filter air. Kegiatan ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan kualitas air yang dikonsumsi oleh warga desa Braha, tetapi juga untuk memberikan pengalaman belajar bagi mahasiswa dalam konteks pengabdian masyarakat. Dengan menerapkan metode PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), program ini diharapkan dapat berkelanjutan dan memberikan dampak positif bagi kesehatan masyarakat. Selain itu, kegiatan ini juga menjadi model bagi desa-desa lain di Indonesia dalam mengatasi masalah serupa terkait akses air bersih

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Dengan penuh rasa syukur dan penghargaan yang mendalam, kami ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi Sains dan Teknologi beserta semua pihak yang terlibat, termasuk Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Khairun, atas dukungan moril dan material yang telah diberikan dalam pelaksanaan Skema Kegiatan Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat. Kegiatan ini yang merupakan bagian dari program Pengabdian kepada Masyarakat Kompetitif Nasional, telah memberikan peluang berharga bagi kami untuk memberikan kontribusi nyata kepada masyarakat melalui inovasi yang bermanfaat.

Sosialisasi dan penerapan inovasi dalam penggunaan limbah pertanian sebagai media filter air merupakan langkah strategis dalam menjawab tantangan yang dihadapi masyarakat, terutama dalam hal kualitas air yang semakin memprihatinkan. Kami sangat mengapresiasi dukungan yang diberikan oleh Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat Kementerian Pendidikan, Sains dan Teknologi (Kemendikti Saintek) yang telah mensponsori kegiatan ini. Keberhasilan pelaksanaan program ini tidak terlepas dari bantuan funding yang diberikan, yang memungkinkan kami untuk melaksanakan berbagai kegiatan dengan optimal dan menyasar langsung kepada masyarakat yang membutuhkan. Tidak lupa, kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Basis Informasi Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (BIMA) Kemdikbud yang telah memberikan dukungan dalam bentuk akses informasi dan sumber daya yang sangat berharga. Dengan kolaborasi yang erat antara semua pihak, kami dapat menciptakan program yang tidak hanya inovatif tetapi juga relevan dengan

kebutuhan nyata di lapangan. Kami berharap hubungan baik ini terus terjalin ke depannya, sehingga lebih banyak inisiatif dan proyek yang bermanfaat dapat diwujudkan dalam rangka meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan lingkungan. Semoga kerja keras dan dedikasi kita semua menghasilkan manfaat yang berkelanjutan dan menjadi inspirasi bagi generasi mendatang dalam upaya memajukan bangsa melalui pendidikan dan pengabdian yang nyata.

## REFERENSI

- Abubakar, Ismaila Rimi. "Factors Influencing Household Access to Drinking Water in Nigeria." *Utilities Policy* 58 (June 2019): 40–51.  
<https://doi.org/10.1016/j.jup.2019.03.005>.
- Adegoke, Kayode Adesina, and Olugbenga Solomon Bello. "Dye Sequestration Using Agricultural Wastes as Adsorbents." *Water Resources and Industry* 12 (2015): 8–24.
- Afroze, Sharmeen, and Tushar Kanti Sen. "A Review on Heavy Metal Ions and Dye Adsorption from Water by Agricultural Solid Waste Adsorbents." *Water, Air, & Soil Pollution* 229 (2018): 1–50.
- Ahmed, Rasha S., Mohamed E. Abuarab, Magdy A. Baiomy, and Mohamed M. Ibrahim. "Heavy Metals Removal from Industrial Wastewater Using Bio-Adsorbent Materials Based on Agricultural Solid Wastes through Batch and Continuous Flow Mechanisms." *Journal of Water Process Engineering* 57 (January 2024): 104665. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.104665>.
- Anastopoulos, Ioannis, Ioannis Pashalidis, Ahmad Hosseini-Bandegharai, Dimitrios A Giannakoudakis, Artis Robalds, Muhammad Usman, Leticia Belén Escudero, Yaoyu Zhou, Juan Carlos Colmenares, and Avelino Núñez-Delgado. "Agricultural Biomass/Waste as Adsorbents for Toxic Metal Decontamination of Aqueous Solutions." *Journal of Molecular Liquids* 295 (2019): 111684.
- Anisa, Sischa, Darwin Darwin, and Muhammad Yasar. "Pengaruh Aplikasi Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) Untuk Pengolahan Limbah Air Lindi (Leachate) Secara Aerobik Terhadap Kualitas Air." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* 4, no. 3 (2019): 125–34.
- Arvianti, Devi, and Juandi Muhammad. "Interpretasi Kualitas Air Bawah Tanah Di

- Kelurahan Tangkerang Tengah Kecamatan Marpoyan Damai Menggunakan Metode Geolistrik Dan Geokimia." *Komunikasi Fisika Indonesia* 18, no. 2 (2021): 124–30.
- AZHAR, BADRIL. "Analisa Kualitas Air Waduk Undip Semarang Sebagai Sumber Air Bersih (Analysis Of Reservoir Water Quality Undip Semarang As A Source Of Pure Water)," 2016.
- Badu, Risti Ristianingsih. "Pengolahan Air Sumur Gali Menggunakan Filter Dengan Karbon Aktif Untuk Mengurangi Parameter pH Dan TDS." *CivETech* 5, no. 2 (2023): 45–53.
- Bharathi, KS, and ST Ramesh. "Removal of Dyes Using Agricultural Waste as Low-Cost Adsorbents: A Review." *Applied Water Science* 3 (2013): 773–90.
- Djana, Miftahul. "Analisis Kualitas Air Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Natar Hajimena Lampung Selatan." *Jurnal Redoks* 8, no. 1 (June 22, 2023): 81–87. <https://doi.org/10.31851/redoks.v8i1.11853>.
- Emenike, PC, DO Omole, BU Ngene, and IT Tenebe. "Potentiality of Agricultural Adsorbent for the Sequestering of Metal Ions from Wastewater," 2016.
- Etikasari, Yusuf, Rachmanto Tuhu Agung, and Laksmono W Rudy. "Pengaruh Tekanan Reverse Osmosis Pada Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih." *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* 2, no. 1 (2010): 78–87.
- Farida, Nur Fitria, Sirajuddin Haji Abdullah, and Asih Priyati. "Analisis Kualitas Air Pada Sistem Pengairan Akuaponik [Analysis of Water Quality in Aquaponic Irrigation System]." *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem* 5, no. 2 (2017): 385–94.
- Firman, Firman, Anas Abdul Latif, George Belly Sahetapy, Ayyub Abd Hamid, Zamroni I DJ Camari, and Darmansyah Adriyan. "Sosialisasi Dan Pendampingan Masyarakat Kelurahan Tosa Kecamatan Tidore Timur Dalam Pengujian Kualitas Air." *Journal Of Khairun Community Services* 3, no. 2 (2023).
- Geels, Frank. "Co-Evolution of Technology and Society: The Transition in Water Supply and Personal Hygiene in the Netherlands (1850–1930)—a Case Study in Multi-Level Perspective." *Technology in Society* 27, no. 3 (August 2005): 363–97. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2005.04.008>.
- Gora, Stephanie L, and Susan A Andrews. "Adsorption of Natural Organic Matter and

- Disinfection Byproduct Precursors from Surface Water onto TiO<sub>2</sub> Nanoparticles: pH Effects, Isotherm Modelling and Implications for Using TiO<sub>2</sub> for Drinking Water Treatment." *Chemosphere* 174 (2017): 363–70.
- Hamidah, Laily Noer, and Ardhana Rahmayanti. "Pemanfaatan Zeolit Dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Jumlah Bakteri Pada Filter Pengolah Air Payau," 1:113–18, 2018.
- Jalaly, M. "Eco Filter Air Dengan Memanfaatkan Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Media Filtrasi Untuk Menurunkan Kekeruhan Dan Kadar TSS (Total Suspended Solid)," 2020.
- Karić, Nataša, Alexandra S. Maia, Ana Teodorović, Nataša Atanasova, Guenter Langergraber, Grégorio Crini, Ana R.L. Ribeiro, and Maja Đolić. "Bio-Waste Valorisation: Agricultural Wastes as Biosorbents for Removal of (in)Organic Pollutants in Wastewater Treatment." *Chemical Engineering Journal Advances* 9 (March 2022): 100239. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.100239>.
- Mbanga, Bienvenu Gael Fouda, Tarisa Velempini, Kriveshini Pillay, and Zikhona Ngeva-Tywabi. "Heavy Metals Removals from Wastewater and Reuse of the Metal Loaded Adsorbents in Various Applications: A Review." *CHEMISTRY*, December 2, 2022. <https://doi.org/10.20944/preprints202212.0043.v1>.
- Medawaty, Ida. "Sanitasi Taman Salah Satu Alternatif Sistem Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga." *Jurnal Permukiman Vol 4*, no. 1 (2009).
- Millatisilmi, Aisyah Qisthy. "Eco Filter Air Dengan Memanfaatkan Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Media Filtrasi Untuk Menurunkan Kadar Timbal (Pb)," 2020.
- Osterwalder, Lars, C. Annette Johnson, Hong Yang, and Richard B. Johnston. "Multi-Criteria Assessment of Community-Based Fluoride-Removal Technologies for Rural Ethiopia." *Science of The Total Environment* 488–489 (August 2014): 532–38. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.072>.
- Plappally, A.K., and J.H. Lienhard V. "Energy Requirements for Water Production, Treatment, End Use, Reclamation, and Disposal." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, no. 7 (September 2012): 4818–48. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.05.022>.
- Sari, Mayang, and Mifta Huljana. "Analisis Bau, Warna, TDS, pH, Dan Salinitas Air Sumur

Gali Di Tempat Pembuangan Akhir." *ALKIMIA: Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan* 3, no. 1 (2019): 1-5.

Senanu, Lydia D., Gordana Kranjac-Berisavljevic, and Samuel J. Cobbina. "The Use of Local Materials to Remove Heavy Metals for Household-Scale Drinking Water Treatment: A Review." *Environmental Technology & Innovation* 29 (February 2023): 103005. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103005>.

Utami, Rika Sri, Roslidar Roslidar, Alfatirta Mufti, and Muhammad Rizki. "Sistem Kendali Dan Pemantau Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Salinitas, Suhu, Dan Ph Air." *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro* 8, no. 1 (2023).

Weersink, Alfons, John Livernois, Jason F Shogren, and James S Shortle. "Economic Instruments and Environmental Policy in Agriculture." *Canadian Public Policy/Analyse de Politiques*, 1998, 309-27.

Yanny, Yanny, Muliadi Muliadi, and Margaretha Tonengan. "Pengukuran Kualitas Air Sumur (pH, TDS, Salinitas) Di Desa Matsa Halmahera Utara." *Interaksi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1, no. 1 (2024): 20-26.



Servire: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat by <https://jurnal.widyaagape.ac.id/index.php/servire/> is licensed under a Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional