

# PENGOLAHAN AIR SUMUR GALI MENGGUNAKAN FILTER DENGAN KARBON AKTIF UNTUK MENGURANGI PARAMETER pH DAN TDS

Risti Ristianingsih Badu<sup>1</sup>, Agung Hidayat Palilati<sup>2</sup>, Britney Cristella Sahabir<sup>2</sup>,  
Yowan S. Antu<sup>2</sup>, Fadlan Malo<sup>2</sup>, Hilda Riski Haji<sup>2</sup>, Imran Bakari<sup>2</sup>,  
Bunyamil Matiti<sup>2</sup>, Rahmatia Nusi<sup>2</sup>, Irvan Yasin<sup>2</sup>, Yuliastri Sugeha<sup>2</sup>  
Email: rristianingsih.badu@gmail.com

**ABSTRAK:** Masalah penyediaan air bersih saat ini menjadi permasalahan yang sangat serius di Kota Gorontalo. Kebutuhan air yang terus meningkat dan kualitas air semakin menurun setiap tahunnya. Sumur gali menjadi salah satu sumber air untuk masyarakat Kota Gorontalo. Kualitas air sumur yang tidak memenuhi standar baku mutu menjadi permasalahan kesehatan jika dikonsumsi tanpa adanya pengolahan. Salah satu metode pengolahan yang dapat diterapkan masyarakat yaitu penggunaan filter sederhana. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi kandungan fisik pada air sumur gali menggunakan filter sederhana di Kota Gorontalo.

Manfaat penelitian ini untuk membantu meningkatkan kualitas air dengan cara mengurangi partikel-partikel yang terdapat pada air sumur gali, sehingga dapat dikonsumsi. Pembuatan filter menggunakan alat-alat sederhana seperti galon air bekas, pasir silika, karbon aktif, kerikil, kapas, dan kain flanel. Sampel air yang digunakan yaitu air sumur gali dari kawasan X. Dilakukan pengujian kandungan fisik pada sampel air seperti pH, TDS, temperatur, bau, dan warna.

Hasil pengujian sebelum proses filtrasi menunjukkan bahwa nilai pH yaitu 6,22; nilai TDS 508 mg/L; temperatur 34°C; sedikit berbau dan warna tidak terlalu jernih. Sedangkan setelah proses filtrasi di dapat nilai pH yaitu 6,5; nilai TDS 440 mg/L; temperatur 32,2°C; tidak berbau dan berwarna jernih. Penggunaan filter sederhana dapat menghasilkan air yang lebih aman dan berkualitas untuk keperluan sehari-hari masyarakat.

**Kata kunci:** Alat Filter, Air Sumur Gali, Karbon Aktif

## 1. PENDAHULUAN

Air mempunyai peran penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup. Air dipergunakan untuk keperluan sehari-hari seperti minum, mandi, mencuci, pertanian, industri, dan lainnya. Manusia dapat bertahan tanpa makanan selama 3-6 bulan, tetapi manusia tidak dapat bertahan selama 3 hari tanpa air (Hapsari, 2015). Ketersediaan air dan kualitas air yang setiap tahunnya menurun menjadi permasalahan lingkungan saat ini. Faktor lingkungan menjadi penyebab menurunnya kualitas air sehingga dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi manusia. Penggunaan yang tidak memenuhi persyaratan standar kualitas air akan menimbulkan penyakit akibat mengkonsumsi air yang telah terkontaminasi (Lantapon et al., 2019).

Penurunan kualitas air dapat disebabkan oleh kegiatan industri, kegiatan yang berasal dari rumah tangga seperti limbah cair dan limbah padat. Air limbah yang dihasilkan oleh setiap kegiatan manusia banyak yang dibuang langsung ke lingkungan tanpa adanya pengolahan, sehingga berdampak pada kondisi air baik air permukaan dan air tanah (Sasongko et al., 2014).

Sumur merupakan sumber air bersih bagi masyarakat pedesaan dan perkotaan. Sumur galian menyediakan air yang bersumber dari lapisan tanah yang relatif dekat dengan permukaan bumi dan karenanya rentan terhadap kontaminasi dari pencucian kotoran

<sup>1)</sup> adalah dosen pengajar Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Nahdlatul Ulama Gorontalo

<sup>2)</sup> adalah mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Nahdlatul Ulama Gorontalo

manusia dan hewan dan untuk keperluan rumah tangga. Sumur gali sebagai sumber air bersih harus didukung oleh persyaratan struktur dan persyaratan tapak untuk pembuatan sumur gali. Hal ini diperlukan agar kualitas air sumur gali aman sesuai aturan yang telah ditetapkan (Ramadita et al., 2014)

## **2. MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN**

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pembuatan alat filter sederhana dan mengetahui efektivitas alat filter sederhana menggunakan karbon aktif dalam menurunkan parameter pH, TDS, temperatur, dan bau pada air sumur gali, sehingga dapat memenuhi standar maksimum kualitas air yang perbolehkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 tentang Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

## **3. KAJIAN PUSTAKA**

### **3.1. Pengaruh Media Karbon Aktif**

Menurut Seyedsalehi & Barzanouni (2016), karbon aktif merupakan media penyerap yang dapat menghilangkan kontaminan pada air. Filter karbon banyak digunakan sebagai media penyaring pada sistem pengolahan air. Karbon aktif memiliki efektivitas yang tinggi dalam menghilangkan bau, rasa, serta sisa klor pada air minum.

Karbon aktif adalah hasil dari proses pembakaran yang membentuk permukaan berlubang mikroskopis kecil. Lubang pada permukaan atau pori-pori dapat berfungsi sebagai perangkap bagi bahan-bahan organik besar maupun bahan organik kecil. Karbon aktif dapat menghilangkan mikroorganisme dan bahan kimia organik seperti pestisida, trihalomethanes (THMs), trichloroethylene (TCE), dan PCB. Hasil penyaringan menggunakan karbon aktif dapat dipengaruhi oleh jumlah karbon aktif, desain filter, debit air, waktu proses, dan jenis bahan pencemar (Seyedsalehi & Barzanouni, 2016).

### **3.2. Pengaruh Alat Filter Terhadap Parameter Fisik**

Untuk meningkatkan kualitas air, dibutuhkan pengolahan sebelum air dikonsumsi. Filtrasi merupakan salah satu proses pengolahan air untuk menghilangkan zat-zat tersuspensi dengan menggunakan penyaringan melalui media berpori sehingga air dan padatan dapat terpisah (Wiyono et al., 1991). Filter sederhana memiliki kelebihan yaitu tidak menggunakan listrik, pompa air dan/atau blower (Suarda & I Wayan, 2010). Hal ini dapat mempermudah masyarakat untuk membuat filter dengan skala rumah tangga. Media yang digunakan dalam filter air antara lain karbon aktif, pasir silika, kerikil dan lain-lain. Karbon aktif dapat menghilangkan mikropolutan seperti bahan organik, bau, besi (Fe), mangan (Mn) dan pewarna dari air. Pasir silika dapat menghilangkan lumpur dan mikroba yang ditemukan di dalam air (Juniarto et al., 2013).

## **4. LANDASAN TEORI**

### **4.1. Kualitas Air Sumur**

Kualitas air menunjukkan kesesuaian air untuk kebutuhan sehari-hari manusia. Kualitas air memiliki tiga karakteristik yaitu karakteristik fisika, kimia dan biologi (Hasrianti & Nuraisa, 2015). Karakteristik fisik air sumur yaitu rasa, warna, bau, temperatur, dan TDS (Total dissolved solids). Sedangkan karakteristik kimia air seperti pH, zat organik dan lainnya (Munfiah & Setiani, 2013). Kualitas air dapat ditentukan dengan melakukan pengujian berdasarkan parameter air. Parameter penentuan kualitas air yaitu parameter fisik, biologis, kimia dan kenampakan (bau dan warna) (Hasrianti & Nuraisa, 2015).

Parameter pH merupakan salah satu parameter kimia yang dapat menunjukkan tingkat kualitas air. Air dengan pH di bawah 7 dianggap asam, sedangkan pH di atas 7 bersifat basa. Batas pH minimum dan maksimum untuk air minum adalah antara 6,5 dan 8,5. Air hujan khususnya memiliki pH minimal 5,5. Tinggi rendahnya pH air dapat mempengaruhi rasa air. Artinya, air dengan pH di bawah 7 terasa asam di lidah dan terasa pahit ketika pH di atas 7 (Wiyono et al., 1991).

Parameter TDS dan temperatur merupakan parameter fisik yang digunakan untuk menentukan kualitas air. Total Padatan Terlarut (TDS) adalah padatan terlarut, baik sebagai ion, senyawa atau koloid dalam air. TDS terdiri dari bahan anorganik yang biasanya ditemukan di air dalam bentuk ion. Ketika jumlah total padatan terlarut meningkat, kesadahan air juga meningkat. Selain itu, efek kesehatan dari TDS, atau kekerasan, bergantung pada zat yang menyebabkan masalah (Sumarno et al., 2017). Temperatur air yang baik adalah temperatur normal, 8°C di atas temperatur kamar (27°C). Temperatur air yang melebihi batas normal menunjukkan adanya sejumlah besar bahan kimia terlarut (seperti fenol atau belerang) atau penguraian bahan organik oleh mikroorganisme.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 tentang Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, diketahui parameter pencemar memiliki standar maksimum yang diperbolehkan. Berikut standar maksimum air yang diperbolehkan.

Tabel 1. Standar Baku Mutu Air

No	Parameter	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
<b>A</b>	<b>Fisika</b>	
1	Temperatur	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$
2	TDS	500 Mg/L
3	Bau	Tidak Berbau
<b>B</b>	<b>Kimia</b>	
1	pH	6,5 – 8,5

Kualitas dan kuantitas air bersih harus sesuai standar bakumutu yang berlaku karena kualitas air mempengaruhi kesehatan manusia, lingkungan ataupun industri (Wowor et al., 2023). Kualitas air sumur dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Air yang tercemar dapat memberikan dampak bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Gangguan kesehatan pada manusia seperti penyakit menular ataupun penyakit tidak menular. Penyakit menular yang menyebar langsung melalui air disebut sebagai penyakit yang ditularkan melalui air (waterbone disease). Sedangkan penyakit yang tidak menular disebabkan oleh penggunaan air yang telah tersebut tercemar zat-zat berbahaya atau beracun (Munfiah & Setiani, 2013).

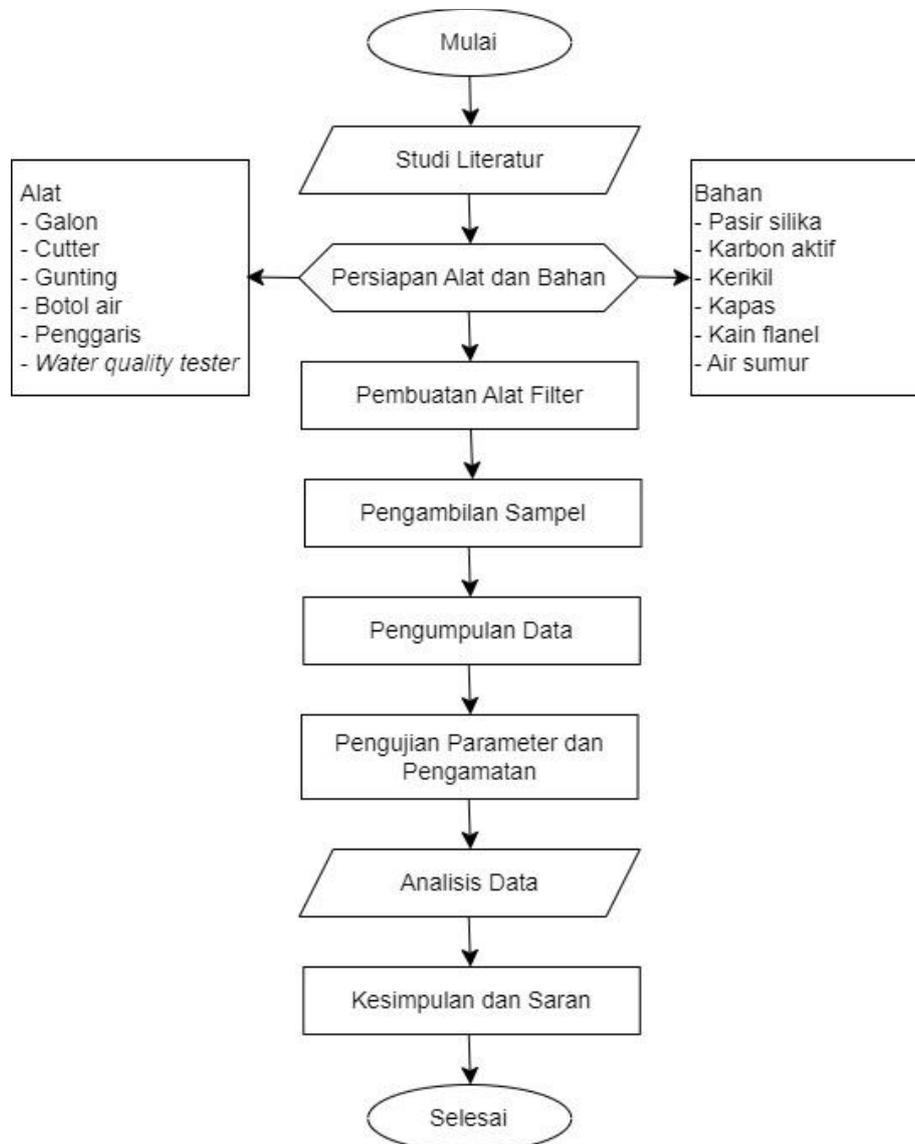
#### 4.2. Filter Air

Filter air merupakan proses penjernihan air dengan sistem filtrasi. Media saringan digunakan untuk penyaringan yang terdiri dari media penyangga dan media filtrasi. Media penyangga seperti kerikil, spons dan ijuk yang biasanya digunakan oleh masyarakat pedesaan. Sedangkan media filtrasi seperti pasir silika, karbon aktif, zeolit dan lainnya (Suarda & I Wayan, 2010).



## 5. METODOLOGI

Diagram alir penelitian Pengolahan Air Sumur Gali Menggunakan Filter dengan Karbon Aktif Untuk Mengurangi Parameter dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 5.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu pasir silika, karbon aktif, kerikil, kapas, kain flanel dan air sumur.

### 5.2. Pembuatan Alat Filter

Pada tahap ini, galon di jadikan sebagai tempat saringan. Dipotong pada bagian atasnya agar bahan yang digunakan dapat di masukan dengan mudah dan mudah untuk di cuci kembali ketika digunakan beberapa kali. Setelah di potong galon di cuci dengan bersih. Batu krikil dengan ketebalan 7 cm, kerikil yang akan dimasukkan kedalam galon dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan partikel dan kotoran. Selanjutnya kapas di masukkan dan dipadatkan dengan ketebalan 2 cm. Kain flanel di gunting dengan mengikuti diameter

galon, kain diletakan diatas kapas dengan ketebalan flanel yaitu 0.2 cm. Tambahkan karbon yang di gunakan berasal dari arang sisa pembakaran yang sudah di cuci dengan bersih terlebih dahulu. Ketebalan karbon 5 cm setelah di ratakan dan di padatkan. Kemudian dimasukkan kain flanel kedua ini menjadi pembatas agar media yang diatas karbon tersaring lagi dengan flanel sehingga proses penyaringan lebih optimal. Selanjutnya ditambahkan pasir silika.



Gambar 2. Proses Pembuatan Media Filter

### 5.3. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air sumur gali menggunakan botol plastik berukuran 1,5liter sebanyak 10 buah. Botol plastik disterilkan terlebih dahulu sebelum dimasukkan sampel air.

### 5.4. Pengujian Sampel

Pengujian yang dilakukan pada sampel air sumur gali yaitu pH, TDS, temperatur, bau dan warna. Pengujian pH, TDS, dan temperatur menggunakan alat water quality tester yang telah dikalibrasi. Pengamatan warna dan bau dilakukan secara visual untuk mendapatkan perbedaan. Pengujian kandungan dilakukan sebelum dan sesudah filtrasi. Pengujian setelah filtrasi dilakukan dengan selang waktu 5 menit selama 30 menit.

- a. Perlakuan 0 = sebelum dilakukan filtrasi
- b. Perlakuan 1 = setelah dilakukan filtrasi saat 5 menit
- c. Perlakuan 2 = setelah dilakukan filtrasi saat 10 menit
- d. Perlakuan 3 = setelah dilakukan filtrasi saat 15 menit
- e. Perlakuan 4 = setelah dilakukan filtrasi saat 20 menit
- f. Perlakuan 5 = setelah dilakukan filtrasi saat 25 menit
- g. Perlakuan 6 = setelah dilakukan filtrasi saat 30 menit

### 5.5. Analisis Data

Data hasil pengujian kualitas air sumur dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 tentang Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

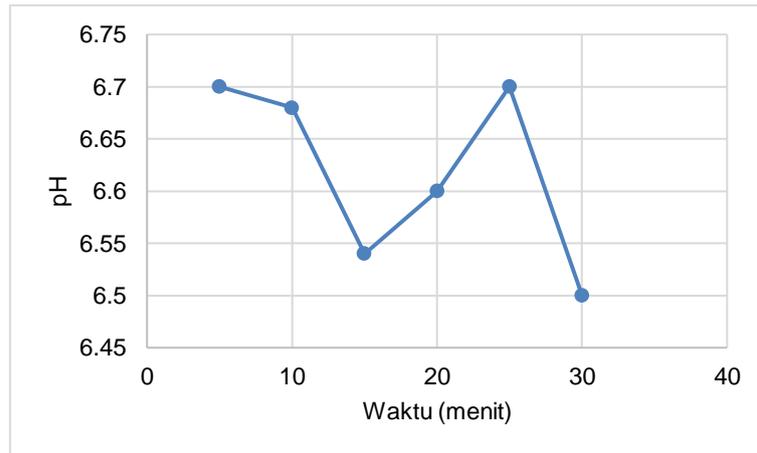
## 6. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 6.1. Sebelum Filtrasi

Hasil pengujian parameter sebelum dilakukan filtrasi yaitu nilai pH sebesar 6,22; nilai TDS sebesar 508 mg/L; dan temperatur sebesar 34°C. Sedangkan untuk hasil pengamatan bau sedikit berbau dan air sampel tidak terlalu jernih dengan beberapa partikel halus.

### 6.2. Setelah Filtrasi

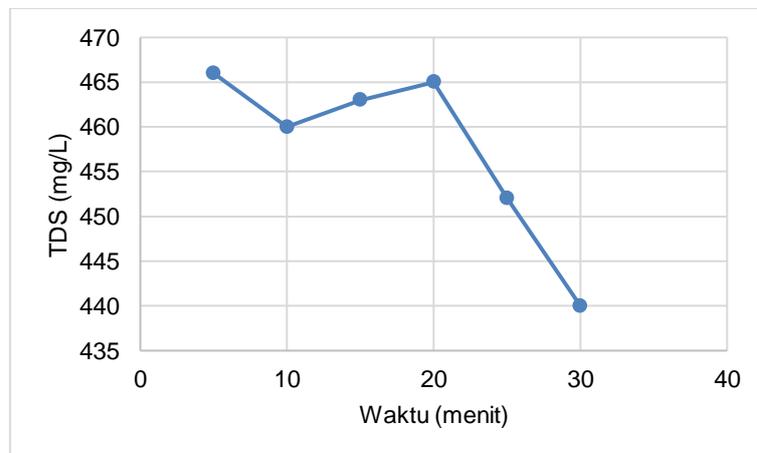
Hasil pengujian kandungan pH untuk sampel air sumur gali setelah dilakukan filtrasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengujian pH

Setelah dilakukan pengolahan menggunakan filter air didapat nilai pH pada perlakuan 1 sampai 6 sebesar 6,70; 6,68; 6,54; 6,6; 6,7; 6,5. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 tentang Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, bahwa standar maksimum nilai pH yaitu 6,5 – 8,5. Maka nilai dari hasil sumur gali setelah dilakukan filtrasi menunjukkan nilai pH yang diperbolehkan. Menurut Supriatna et al. (2020), perubahan nilai pH tergantung pada temperatur air, konsentrasi oksigen dan adanya anion dan kation.

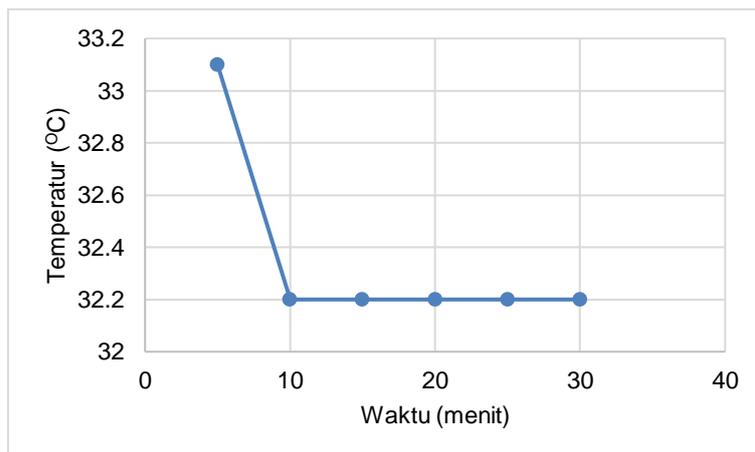
Hasil pengujian kandungan TDS untuk sampel air sumur gali setelah dilakukan filtrasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengujian TDS

Hasil pengujian kandungan TDS setelah di filter dari perlakuan 1 hingga perlakuan 6 di dapat nilai TDS sebesar 466 mg/L, 460 mg/L, 463 mg/L, 465 mg/L, 452 mg/L, 440 mg/L. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 tentang Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, bahwa standar maksimum nilai TDS yaitu 500 mg/L. Sesuai dengan hasil pengujian TDS pada perlakuan ke 6 didapat nilai TDS sebesar 440 mg/L. Nilai TDS mengalami penurunan setelah dilakukan penyaringan, sehingga nilai TDS telah memenuhi standar maksimum yang diperbolehkan.

Hasil pengujian temperatur untuk sampel air sumur gali setelah dilakukan filtrasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Pengujian Temperatur

Berdasarkan pengujian temperatur setelah dilakukan proses filtrasi, didapat bahwa sampel air sumur semakin lama semakin menurun. Menurut Gemilang & Wisna (2017), suhu perairan di daerah tropis adalah 27°C-32°C baik di pesisir maupun di sekitar perairan. Dengan demikian, parameter suhu sampel 6 masih memenuhi standar yang ada. Suhu air dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu intensitas cahaya dan pertukaran panas antara air dan udara sekitarnya.

Berdasarkan hasil pengamatan proses filtrasi didapat bau pada sampel air sumur gali yaitu, sampel air tidak memiliki bau dan jernih tanpa partikel halus. Sampel air sumur gali awalnya sedikit keruh dan terdapat partikel halus, setelah proses filtrasi menjadi lebih jernih dan tidak terdapat partikel halus lagi. Hal ini disebabkan oleh media yang digunakan pada proses penyaringan. Karbon aktif dapat menyerap zat atau mineral yang mencemari air. Keunggulan karbon aktif dalam penyaringan air adalah dapat menyerap bau, warna, klorin atau mineral lainnya dan memberikan rasa segar pada air. Pasir silika memiliki kemampuan menghilangkan bau, warna dan zat pencemar pada air. Media kerikil sebagai bahan penyaring material yang berukuran besar seperti lumut, daun, ganggang dan lainnya (Nainggolan et al., 2019). Kapas berfungsi menyaring partikel padatan di dalam air. Serat kapas halus dapat menjebak partikel kecil seperti pasir, debu, buih, dan lumpur yang terbawa air. Pada filter air, kain flanel paling sering digunakan sebagai lapisan pertama atau terluar untuk menyaring partikel besar seperti pasir, kerikil dan kontaminan kasar lainnya.

## 7. KESIMPULAN

Pembuatan filter air menggunakan karbon aktif dapat mengurangi kandungan pH, TDS, Temperatur, dan bau pada air sumur gali. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebelum dilakuka proses filtrasi di dapat nilai pH yaitu 6,22; nilai TDS 508 mg/L; temperatur 34°C; sedikit berbau dan tidak terlalu jernih. Sedangkan setelah dilakukan proses filtrasi pada waktu 30 menit, di dapat nilai pH yaitu 6,5; nilai TDS 440 mg/L; temperatur 32,2°C; tidak berbau dan air jernih. Hasil pengujian dan pengamatan telah sesuai dengan standar maksimum yang telah ditetapkan. Penggunaan filter air sederhana dapat menghasilkan air yang lebih aman dan berkualitas untuk keperluan sehari-hari masyarakat.

## 8. UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada keluarga besar Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, khususnya Angkatan 2021 yang secara aktif mengikuti kegiatan ini, sehingga kegiatan ini terlaksanakan dengan baik.



## 9. DAFTAR PUSTAKA

- Gemilang, W. A., & Wisna, U. J. (2017). Spatial Distribution of Surface Salinity and Temperature in Brebes Seawater : Its Effects on The Other Water Quality Parameters. *Geomatika*, 23(1), 9–16. <https://doi.org/10.24895/JIG.2017.23-1.614>
- Hapsari, D. (2015). Kajian Kualitas Air Sumur Gali dan Perilaku Masyarakat di Sekitar Pabrik Semen Kelurahan Karangtalun Kecamatan Cilacap Utara Kabupaten Cilacap. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 7(1), 1–17.
- Hasrianti, & Nuraisa. (2015). Analisis Warna, Suhu, pH Dan Salinitas Air Sumur Bor di Kota Palopo. *Jurnal Elektronik Universitas Cokroaminoto Palopo*, 2(1), 747–896.
- Juniarto, M. R., Hartanto, R., & Risdiawan. (2013). Portable Alat Penjernih Air dengan Sistem Filtrasi. *Jurnal Riset Daerah*, 89–104.
- Lantapon, H., Pinontoan, O. R., & Akili, R. H. (2019). Analisis Kualitas Air Sumur Berdasarkan Parameter Fisik dan Derajat Keasaman (pH) Di Desa Moyongkota Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. *Kesmas*, 8(7), 161–166.
- Munfiah, S., & Setiani, O. (2013). Kualitas Fisik dan Kimia Air Sumur Gali dan Sumur Bor di Wilayah Kerja Puskesmas Guntur II Kabupaten Demak Physical and Chemical Water Quality of Dug and Bore Well in the Working Area of Public Health Center II Guntur Demak Regency. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 12(2), 154–159.
- Nainggolan, A. A., Arbaningrum, R., Nadesya, A., Harliyanti, D. J., & Syaddad, M. A. (2019). Alat Pengolahan Air Baku Sederhana Dengan Sistem Filtrasi. *Widyakala Journal*, 6, 12. <https://doi.org/10.36262/widyakala.v6i0.187>
- Permenkes. (2010). *Permenkes No. 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum* (pp. 1–9).
- Ramadita, F., Risky, N. A., Hakim, L., & Mahardika, I. F. (2014). Studi Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali pada Kawasan Permukiman Menggunakan Biosensor TECTA TM B16 (Studi Kasus: Dusun Blimbingsari dan Dusun Wonorejo, Kabupaten Sleman Yogyakarta). *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 6(1), 38–47. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol6.iss1.art4>
- Sasongko, E. B., Widyastuti, E., & Priyono, R. E. (2014). Kajian Kualitas Air Dan Penggunaan Sumur Gali Oleh Masyarakat Di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(2), 72. <https://doi.org/10.14710/jil.12.2.72-82>
- Seyedsalehi, M., & Barzanouni, H. (2016). *The Effects of Active Carbon on the Increase of Water Quality*. 4(3), 621–629.
- Suarda, M., & I Wayan, D. (2010). Perencanaan Penyaring Air Sederhana Untuk Sistem Air Bersih Pedesaan. In *Laporan Akhir Penelitian Dosen Muda Universitas UDAYANA*.
- Sumarno, D., Muryanto, T., & Sumindar, S. (2017). Hubungan Total Padatan Terlarut Dan Konduktivitas Perairan Di Danau Limboto, Provinsi Gorontalo. *BULETIN TEKNIK LITKAYASA Sumber Daya Dan Penangkapan*, 15(2), 109. <https://doi.org/10.15578/btl.15.2.2017.109-113>
- Supriatna, Mahmudi, M., Musa, M., & Kusriani. (2020). Hubungan pH dengan Parameter

Kualitas Air pada Tambak Intensif Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *JFMR- Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(3), 368–374. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2020.004.03.8>

Wiyono, N., Faturrahman, A., & Syauqiah, I. (1991). Sistem Pengolahan Air Minum Sederhana (Portable Water Treatment). *Konversi*, 6(1), 163–165.

Wowor, B. Y., Hanurawaty, N. Y., & Yulianto, B. (2023). Perbedaan Variasi Ketebalan Media Filter Arang Aktif Terhadap Penurunan Kadar Total Dissolved Solids (TDS). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(1), 76–83. <https://doi.org/10.14710/jkli.22.1.76-83>

