

Peningkatan Kualitas Air Minum Bersumber dari Air Sumur Bor dengan Metode Filtrasi

Ety Jumiati^{1*}, Efrida Pima Sari Tambunan²

^{1,2}Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

* E-mail: etyjumiati@uinsu.ac.id

Abstrak

Air minum merupakan kebutuhan yang sangat penting untuk tubuh. Air minum dapat diolah dari sumber air sumur bor yang belum tentu terlepas dari zat kimia dan mikrobiologi yang berbahaya seperti pH dan mangan. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan kualitas air minum bersumber dari air sumur bor. Media filter yang digunakan yaitu zeolit alam olahan tipe TNZ RC. 42, cartridge granular karbon aktif, dan Melt Blown Filter Cartridge 1 dan 3 μm . Parameter yang diuji adalah uji kimia (pH dan Mn) dan uji mikrobiologi (total coliform). Peningkatan nilai pH dari data hasil penelitian diperoleh sampel A bernilai 7,01, sampel B bernilai 7,08, sampel C bernilai 7,05 dan sampel D bernilai 7,24, sedangkan penurunan nilai Mn dari data hasil penelitian diperoleh sampel A bernilai 0,387 mg/L, sampel B bernilai 0,429 mg/L, sampel C bernilai 0,442 mg/L dan sampel D bernilai 0,501 mg/L. Pada nilai total coliform sampel A, B, C dan D sebesar 0 CFU/100mL, yang nilainya tidak boleh melebihi dari standar maksimum yang diperbolehkan PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010.

Kata kunci: Air Minum, Air Sumur Bor, Zeolit Alam Olahan, Cartridge Granular Karbon Aktif.

Abstract

Drinking water is a very important need for the body. Drinking water can be treated from borehole water sources which are not necessarily free from harmful chemical and microbiological substances such as pH and manganese. The aim of this research is to improve the quality of drinking water from Borehole water. The filter media used is treated natural zeolite type TNZ RC. 42, Activated carbon granular cartridge, and 1 and 3 μm Melt Blown Filter Cartridge. The testing parameter is chemical test (pH and Mn) and microbiology test (total coliform). The increment in pH levels from the research data were obtained sample A of 7,01, sample B of 7,08, sample C of 7,05 and sample D of 7,24, while the decrease in Mn levels from the research data were obtained sample A of 0,387 mg/L, sample B of 0,429 mg/L, sample C of 0,442 mg/L and sample D of 0,501 mg/L. In total coliform sample A, B, C and D of 0 CFU/100 mL, whose value may not exceed the maximum allowed standard of PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010.

Keywords: *Drinking Water, Borewell Water, Treated Natural Zeolite, Activated Carbon Granular Cartridge.*

PENDAHULUAN

Air minum atau air bersih adalah hal yang penting karena berhubungan dengan kesehatan dan keberlangsungan hidup manusia. Fungsi air di dalam tubuh manusia sangat penting, seperti membantu proses sistem pencernaan, mengatur suhu tubuh dan membantu membawa nutrisi dan oksigen kedalam sel-sel tubuh. Saat ini untuk memenuhi air minum dari sumur bor masih sangat sedikit dan belum memenuhi dalam persyaratan kualitas air minum. Kondisi ini menjadi pertimbangan untuk dapat memanfaatkan dan mengolah air sumur bor untuk dijadikan air minum yang layak sehingga dapat mengatasi permasalahan kekurangan air minum dan mengurangi biaya untuk pembelian air minum didaerah sekitar kota Medan dengan cara membuat pengolahan air sumur bor menjadi air minum dengan menggunakan variasi penyusunan filter dengan bahan zeolit alam olahan (*Treated*

Natural Zeolite), *cartridge granular* karbon aktif, dan *melt blown filter cartridge*.

Sumber air sumur bor pada penelitian ini berasal dari air sumur bor di Mesjid Al-haud Jalan Bunga Rinte Raya Komplek Greatland Medan Tuntungan, dimana air sumur bor ini dominan memiliki ciri fisik berwarna jernih dan tidak berbau, namun diantara ciri fisis yang baik, belum tentu baik dalam parameter kimia dan mikrobiologinya. Setelah dilakukan pengujian air sumur bor tersebut, ternyata air sumur bor ini belum memenuhi baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air bersih menurut PERMENKES RI No. 32 tahun 2017 dan belum memenuhi kualitas air minum. Air sumur bor berasal dari air yang dihasilkan dari sumber air tanah, sedangkan sumur bor yaitu suatu jenis sumur dengan melakukan proses pengeboran pada lapisan tanah dengan jarak yang jauh atau dalam dari permukaan tanah sehingga diperoleh air tidak terlalu terkontaminasi. Biasanya air sumur bor ini diambil dengan menggunakan alat pompa mesin.

Filtrasi merupakan suatu cara menyaring atau yang memisahkan molekul padatan dengan cairan. Cara pemisahan padatan dan cairan dapat menggunakan media yang berpori yang berfungsi untuk mengurangi padatan tersuspensi dan koloid yang halus. Hasil kualitas air dari pemfilteran bergantung dari ukuran pori dari media filter yang digunakan.

Zeolit alam olahan disebut juga *Treated Natural Zeolite* (TNZ) adalah media berupa filter atau penyaring air yang berbentuk butiran yang mempunyai ukuran 1 mm dan diperoleh dari bahan tambang dengan melalui proses khusus secara fisik dan kimiawi. TNZ mempunyai tingkat kekerasan sekitar 3,5-4 skala Mohs dan $\frac{1}{2}$ dari kekerasan pasir silika dengan skala 7 Mohs, sehingga butiran TNZ tersebut tidak mudah hancur dan pecah. Maka fungsi penyaringan TNZ ini sama efektifnya dengan pasir silika, yaitu aman digunakan dan dapat menurunkan kadar kekeruhan, TSS dan kotoran fisik lainnya.

Karbon aktif merupakan suatu padatan karbon sebanyak 85-95% dengan luas permukaan sekitar 300-3500 m²/g setiap sudutnya yang mempunyai hubungan dengan struktur pori luar, dimana berfungsi sebagai adsorben. Pada proses pembakaran atau pemanasan, usahakan tutup rapat dan tidak ada celah, sehingga tidak ada udara yang keluar didalam ruang pemanasan dan menghasilkan karbon yang terkarbonisasi dan tidak teroksidasi.

Melt Blown Filter Cartridge adalah salah satu alat pemfilteran yang dipakai untuk mengolah air minum seperti air minum isi ulang. Biasanya filter ini berukuran 3 mikrometer dan 1 mikrometer yang berfungsi untuk penurunan kadar pasir, dan lumpur yang dapat menyebabkan terjadinya kekeruhan.

Beberapa metode yang dilakukan untuk pengolahan air berupa filtrasi yaitu menggunakan media filter dengan bahan zeolite dan karbon aktif. Dari hasil penelitian sebelumnya menurut Gianina Qurrata Dinora dan Alfian Purnomo (2013) tentang air tanah yang terdapat zat kapur dapat dilakukan proses filter dengan media zeolit dan karbon aktif sehingga menghasilkan air yang bersih. Sedangkan penelitian yang dilakukan Widia Rahmawati, dkk (2016) tentang studi efisiensi dengan melakukan cara pembuatan dan mengolah air hujan menjadi air minum dengan penggunaan variasi media filter seperti kombinasi atau variasi media filter zeolite alam olahan, *Melt Blown Filter Cartridge* dan karbon aktif.

Dari pembahasan diatas, peneliti akan mengolah air minum bersumber air sumur bor dengan variasi susunan filter sehingga terjadi peningkatan kualitas air minum bersumber dari air sumur bor dengan metode filtrasi dan menggunakan zeolit alam olahan (tipe TNZ RC. 42), *Melt Blown Filter Cartridge* dan *Cartridge granular* karbon aktif. Parameter yang akan diuji yaitu uji fisika, kimia dan mikrobiologi yang dibandingkan dengan kualitas air minum sesuai PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan yaitu dengan metode eksperimental yaitu melakukan pendekatan secara kuantitatif. Dalam penelitian menggunakan alat yaitu: drum plastik, *housing* filter air, pipa PVC, selang air, stop keran drat ukuran $\frac{3}{4}$ inci, drat sambungan keran air, pompa air, *melt blown filter cartridge* berukuran 1 dan 3 μ m, *Cartridge Filter*, wadah plastik, saringan plastik dan botol sampel. Sedangkan bahan-bahan yaitu: air sumur bor, TNZ tipe RC. 42, *cartridge granular* karbon aktif dan *aquadest*.

Persyaratan Kualitas Air Minum Menurut PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010

Adapun parameter yang diuji harus sesuai dengan persyaratan kualitas air minum menurut PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Kualitas Air Minum Menurut PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010

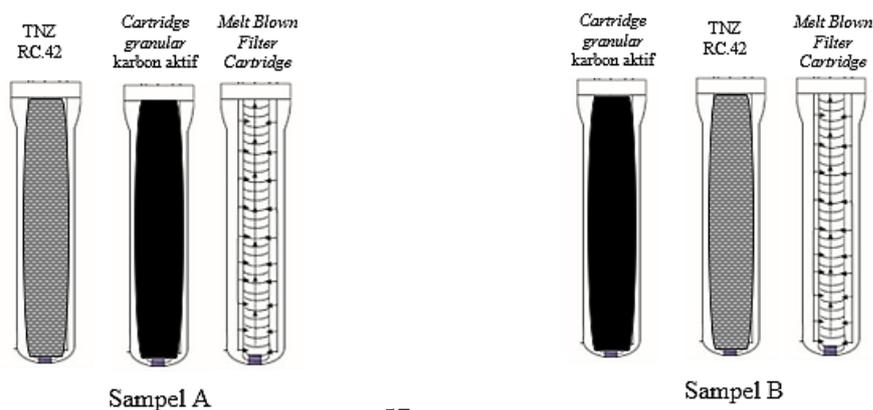
Parameter Analisa	Satuan	Standar maksimum yang diperbolehkan
Fisika		
1. Warna	Pt/Co	15
2. Bau	-	Tidak Berbau
3. Rasa	-	Tidak berasa
4. Total padatan terlarut (TDS)	mg/L	500
Kimia		
1. Chorium total (Cr Total) terlarut	mg/L	0,05
2. Cadmium (Cd) terlarut	mg/L	0,03
3. Nitrat (NO ₃ – N)	mg/L	50
4. Nitrit (NO ₂ – N)	mg/L	3
5. Besi (Fe) terlarut	mg/L	0,3
6. Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500
7. Khlorida (Cl)	mg/L	250
8. Mangan (Mn) terlarut	mg/L	0,4
9. pH	mg/L	6,5 – 8,5
10. Seng (Zn)s terlarut	mg/L	3
11. Sulfat (SO ₄)	mg/L	250
12. Tembaga (Cu) terlarut	mg/L	2
13. Amonia (NH ₃ – N)	mg/L	1,5
14. Arsen (As)	mg/L	0,01
15. Timbal (Pb) terlarut	mg/L	0,01
16. Zat Organik (KMNO ₄)	mg/L	10
Mikrobiologi		
1. Total Coliform	CFU/100 ml	0
2. E. Coli	CFU/100 ml	0

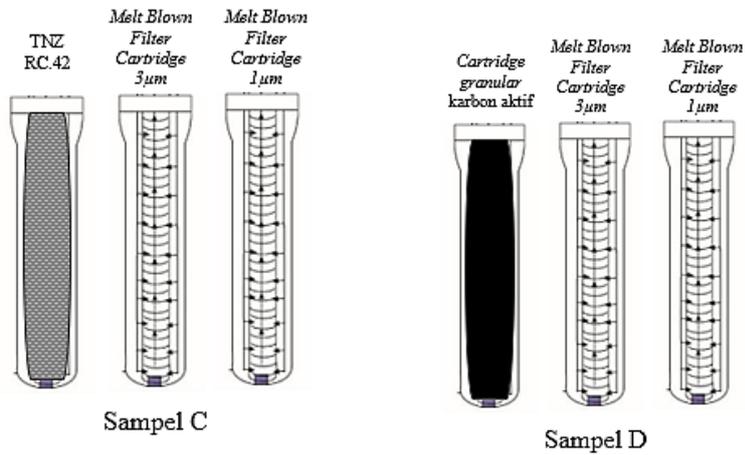
Desain Variasi Susunan Media Filter

Penyusunan variasi media filter antara lain :

1. Sampel A (TNZ-RC.42 - *Cartridge granular karbon aktif - Melt Blown Filter Cartidge* 1 mikrometer).
2. Sampel B (*Cartridge granular karbon aktif - TNZ-RC.42 - Melt Blown Filter Cartidge* 1 mikrometer).
3. Sampel C (TNZ-RC.42 - *Melt Blown Filter Cartidge* 3 mikrometer - *Melt Blown Filter Cartidge* 1 mikrometer).
4. Sampel D (*Cartridge granular karbon aktif - Melt Blown Filter Cartidge* 3 mikrometer - *Melt Blown Filter Cartidge* 1 mikrometer).

Desain variasi susunan media filter dapat dilihat pada Gambar 1.



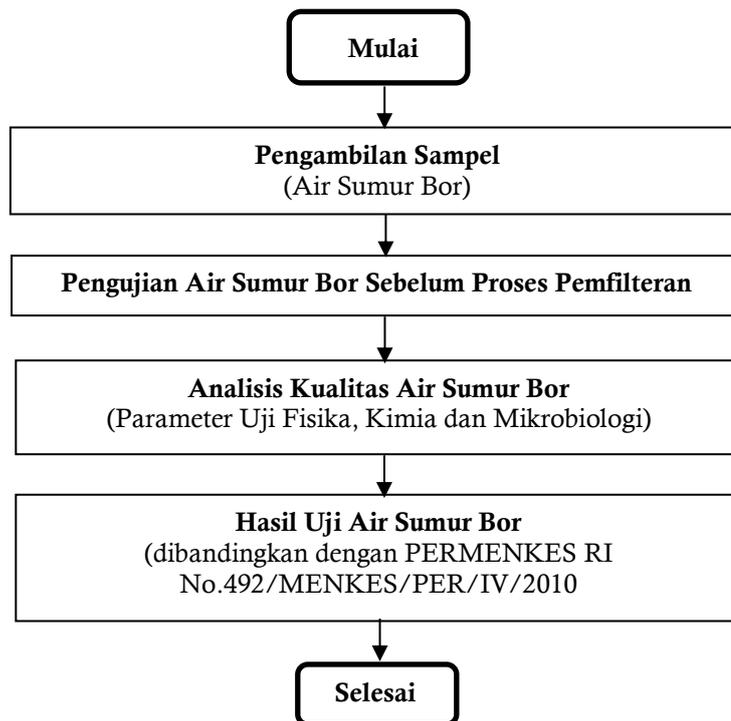


Gambar 1. Gambar Variasi Susunan Media Filter

Pengujian Air Sumur Bor Sebelum Proses Pemfilteran

Sampel air sumur bor diperoleh dari air sumur bor Mesjid Al-Haud Medan Tuntungan. Kemudian dilakukan pengujian air sumur bor sebelum pemfilteran untuk mengetahui kualitas dari air sumur bor tersebut di UPT. Laboratorium Kesehatan Medan, Jalan Williem Iskandar Pasar V Barat I (Jl. Balai Pom) No. 4 Medan meliputi uji fisika, kimia dan mikrobiologi. Kemudian data hasil pengujian air sumur bor dibandingkan dengan PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010.

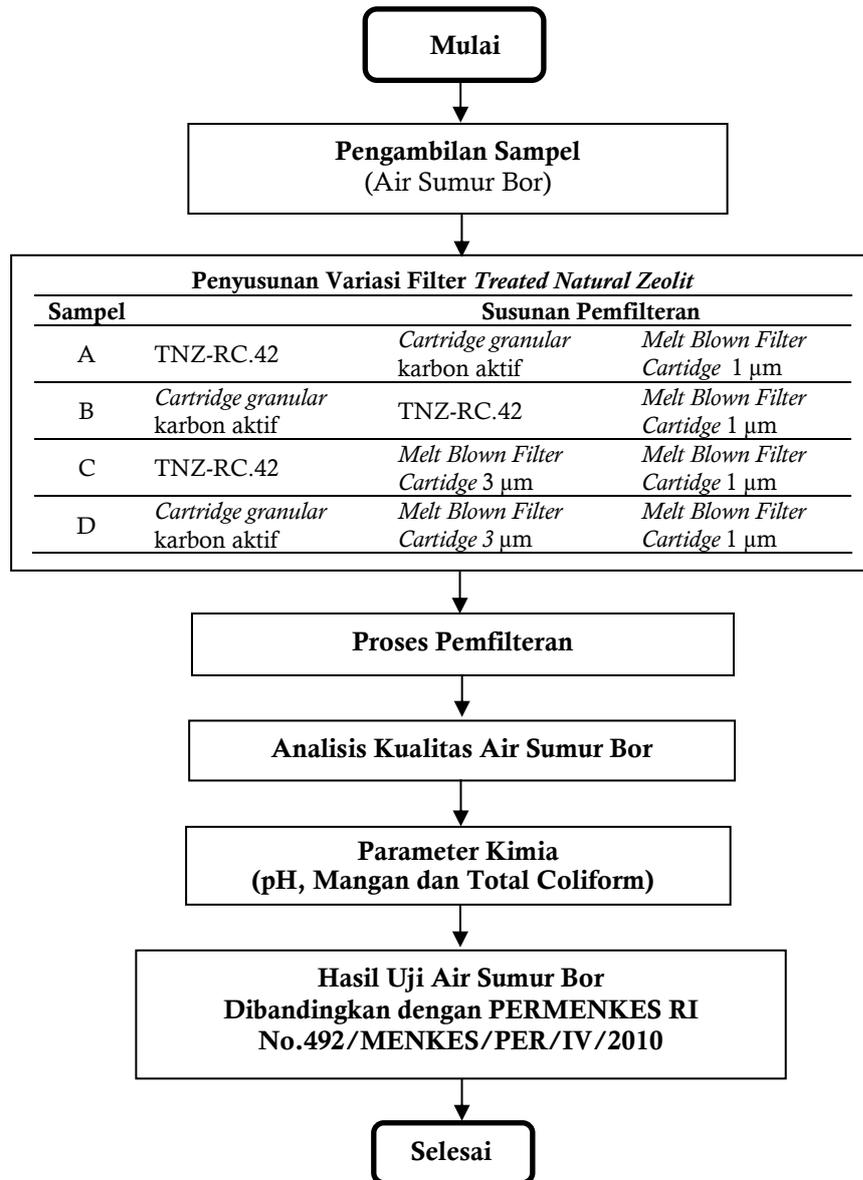
Diagram alir tahap pengujian air sumur bor sebelum pemfilteran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Tahap Pengujian Air Sumur Bor Sebelum Pemfilteran

Pengujian Air Sumur Bor Setelah Proses Pemfilteran

Diagram alir tahap pengujian air sumur bor setelah pemfilteran dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Tahap Pengujian Air Sumur Bor Sesudah Pemfilteran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Kualitas Air Sumur Bor Sebelum Proses Pemfilteran

Hasil kualitas air sumur bor yang bersumber dari air sumur bor masjid Al-Haud sebelum dilakukan proses pemfilteran yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Kualitas Air Sumur Bor Sebelum Pemfilteran

Parameter Uji	Hasil Uji	PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010
1. Kimia		
• pH	6,38	6,5-8,5 mg/L
• Mangan	4,963	0,4 mg/L
2. Mikrobiologi		

Parameter Uji	Hasil Uji	PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010
• Total Colifom	< 3	0 CFU/100 ml

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil kualitas air sumur bor sebelum dilakukan proses pemfilteran dengan penggunaan metode filtrasi dengan variasi penyusunan filter memiliki nilai kadar pH sebesar 6,38, artinya nilai pH di bawah standar maksimum yang diperbolehkan. Sedangkan nilai kadar mangan sebesar 4,426 mg/L, dan total coliform sebesar < 3 CFU/100 ml, artinya nilai mangan dan total coliform melebihi standar maksimum yang diperbolehkan, sehingga air sumur bor tersebut belum sesuai dengan persyaratan kualitas air minum PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 dan tidak layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

Hasil Air Sumur Bor Setelah Proses Pemfilteran

Hasil kualitas air sumur bor setelah dilakukan proses pemfilteran menggunakan bahan zeolite alam olahan (TNZ) tipe RC. 42, *Cartridge granular* karbon aktif dan *Melt Blown Filter Cartidge* 1 dan 3 µm dengan variasi sampel A, B, C dan D dapat menghasilkan kualitas kadar pH, mangan dan total coliform.

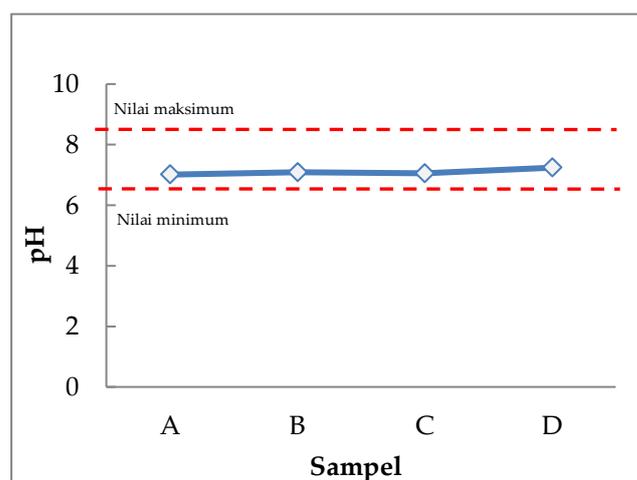
Parameter pH

Hasil kualitas air sumur bor setelah dilakukan proses pemfilteran untuk parameter uji pH yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Parameter Uji pH

Sampel	Hasil Uji	PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010
A	7,01	6,5-8,5
B	7,08	
C	7,05	
D	7,24	

Tabel 3 menunjukkan bahwa hasil air sumur bor setelah dilakukan proses pemfilteran dengan penggunaan metode filtrasi memiliki nilai kadar pH pada sampel A = 7,01, sampel B = 7,08, sampel C = 7,05 dan sampel D = 7,24. Hasil pengujian pada parameter pH dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Nilai Pengukuran pH Setelah Proses Pemfilteran

Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai kadar pH dari sampel A, B, C dan D cenderung meningkat yaitu nilai kadar pH diatas 7 yang berarti basa atau sering disebut alkali. Air alkali ini lebih tinggi dari pada air minum biasa yang dianggap semakin baik. Hal ini disebabkan oleh air alkali ini

diperoleh dari air yang melewati batu-batuan dan menyerap mineral melalui media filter tersebut sehingga pH menjadi meningkat. Namun keempat sampel tersebut masih memiliki nilai dibawah standar maksimal yang diperbolehkan air minum sehingga sudah memenuhi PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 dan layak untuk dikonsumsi.

Adapun nilai persentase peningkatan kadar pH yaitu pada sampel A = 9,87%, sampel B = 10,97%, sampel C = 10,50% dan sampel D = 13,47%.

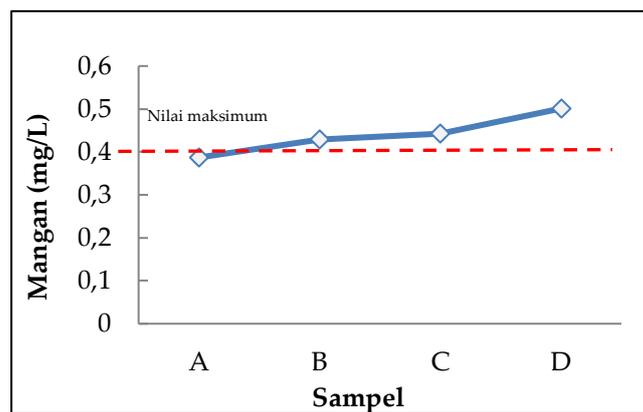
Parameter Mangan

Hasil kualitas air sumur bor setelah dilakukan proses pemfilteran untuk parameter uji mangan yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Parameter Uji Mangan

Sampel	Hasil Uji (mg/L)	PERMENKES RI
		No.492/MENKES/PER/IV/2010 (mg/L)
A	0,387	0,4
B	0,429	
C	0,442	
D	0,501	

Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil air sumur bor setelah dilakukan proses pemfilteran dengan menggunakan metode filtrasi memiliki nilai Mn pada sampel A = 0,387 mg/L, sampel B = 0,429 mg/L, sampel C = 0,442 mg/L dan sampel D = 0,501 mg/L. Hasil pengujian pada parameter mangan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Nilai Pengukuran Mangan Setelah Proses Pemfilteran

Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai mangan dari sampel A, B, C dan D mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan adanya variasi susunan filter yang mempengaruhinya, dimana setelah dilakukan penelitian ini ternyata peranan zeolite alam olahan mendominasinya. Semakin banyak TNZ yang digunakan pada media filter maka memberikan penurunan dari kadar mangan tersebut.

Adapun nilai persentase penurunan kadar Mn yaitu pada sampel A = 9,87%, sampel B = 91,36%, sampel C = 91,09% dan sampel D = 89,91%.

Parameter Total Coliform

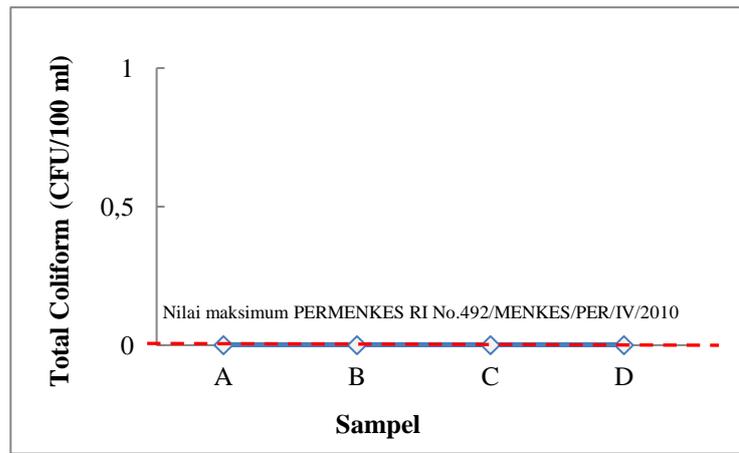
Hasil kualitas air sumur bor setelah dilakukan proses pemfilteran untuk parameter uji total coliform yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Parameter Uji Total Coliform

Sampel	Hasil Uji (CFU/100 ml)	PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 (CFU/100 ml)
A	0	
B	0	0
C	0	
D	0	

Tabel 5 menunjukkan bahwa hasil air sumur bor setelah dilakukan proses pemfilteran dengan menggunakan metode filtrasi memiliki nilai total coliform pada sampel A sebesar 0 CFU/100 ml, sampel B sebesar 0 CFU/100 ml, sampel C sebesar 0 CFU/100 ml dan sampel D sebesar 0 CFU/100 ml.

Hasil pengujian pada parameter total coliform dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Nilai Pengukuran Total Coliform Setelah Proses Pemfilteran

Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai total bakteri coliform pada sampel A, B, C dan D memiliki nilai 0 CFU/100 ml. Hal ini berarti seluruh sampel sudah memenuhi standar maksimum air minum sesuai PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 karena persyaratan kualitas air minum untuk total coliform adalah 0. Adapun besar nilai persentase penurunan total coliform dari air sumur bor yaitu sampel A, B, C dan D adalah sebesar 100%.

PENUTUP

Pengolahan air sumur bor menjadi air minum menggunakan variasi penyusunan filter dengan bahan zeolit alam olahan (*Treated Natural Zeolite*), *Cartridge granular* karbon aktif, dan *Melt Blown Filter Cartridge* ternyata dapat meningkatkan kualitas air minum dengan nilai pH yaitu sampel A sebesar 7,01, sampel B sebesar 7,08, sampel C sebesar 7,05 dan sampel D sebesar 7,24, nilai Mn yaitu sampel A sebesar 0,387, sampel B sebesar 0,429, sampel C sebesar 0,442 dan sampel D sebesar 0,501, sedangkan nilai total coliform sampel A, B, C dan D sebesar 0 CFU/100 ml yang sudah memenuhi standar air minum menurut PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 dan layak untuk dikonsumsi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya berterima kasih kepada pihak Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan yang telah mendanai penelitian ini dengan anggaran BOPTN Tahun 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagheri, S., Muhd Julkapli, N., & Bee Abd Hamid, S. (2015). Functionalized Activated Carbon Derived from Biomass for Photocatalysis Applications Perspective. *International Journal of Photoenergy*.
- Hasibuan, Asmiah. (2020). Studi Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Posfat (H₃PO₄) Dan Waktu Perendaman Karbon Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Dari Kulit Durian. [SKRIPSI]. Medan: Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara.
- <https://novatek.co.id/trated-natural-zeolite/> [6 Oktober 2021, 13:00]
- Lili Mulyatna, dkk. (2019). Penyisihan Total Coliform Dalam Air Hujan Menggunakan Media Filter Zeolit Termodifikasi, Karbon Aktif, Dan Melt Blown Filter Cartridge. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik – Universitas Pasundan.
- Mazuli, S., & Haripriadi, B. D. (2020). Analisa Pengaruh Arang Kayu Bakau, Arang Tempurung Kelapa Dan Arang Kayu Leban Pada Proses Pack Carburizing Terhadap Kekerasan Baja Karbon St 37. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(2), 128-137.
- Milatisilmi, Aisyah Qisthy. (2020). Eco Filter Air Dengan Memanfaatkan Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa) Sebagai Media Filtrasi Untuk Menurunkan Kadar Timbal (Pb). [Skripsi]. Yogyakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- Muhammad Turmuzi, dkk. (2015). Pengaruh Temperatur Dalam Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Salak (Salacca Sumatrana) Dengan Aktifator Seng Klorida (ZnCl₂). *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 4, No. 2.
- Mulyatna, L., Yustiani, Y.M., Hasbiah, A., Yopita, W. (2017). Rainwater Treatment Using Treated Natural Zeolite and Activated Carbon Filter. *Proceeding The 1st IBSC: Towards The Extended Use Of Basic Science For Enhancing Health, Environment, Energy And Biotechnology*, pp. 279-281.
- Nunik Prabarini & DG Okayadnya. (2013). Penyisihan Logam Besi (Fe) Pada Air Sumur Dengan Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri. *Jurnal Ilmiah Teknik lingkungan*, Vol. 5, No.2.
- Oktavius, A. (2015). Efektifitas Pengolahan Air Dengan Menggunakan Reaktor Roughing Filter Aliran Horizontal Dalam Menurunkan Kekeuhan Dan Kesadahan Air Sungai Brantas. [SKRIPSI]. Malang: Fakultas Teknuik Sipil Dan Perencanaan. ITN MALANG.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/ MENKES/ PER / IV/ 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Jakarta: Menteri Kesehatan.
- Qurrata, Gianina Dinora dan Alfian Purnomo. (2013). Penurunan Kandungan Zat Kapur dalam Air Tanah dengan Menggunakan Media Zeolit Alam dan Karbon Aktif Menjadi Air Bersih. *Jurnal Teknik POMITS*, Vol. 2, No. 2. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Sadaruddin dan Putra Ahmadi Nour. (2020). Analisis Kinerja Filter Uplow– Downflow Untuk Pengolahan Limbah Cair. [SKRIPSI]. Makassar: Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Syafaat, Muhammad S. Kuba. (2019). Pengaruh Kecepatan Aliran Terhadap Perubahan Nilai Keseragaman Butiran. *Jurnal Teknik Hidro*, Vol. 12, No. 2.
- Widia Rahmawati Pahilda, Lili Mulyatna & Astri W Hasbiah. (2016). Studi Efisiensi Pengolahan Air Hujan Menjadi Air Minum Menggunakan Reactor Kombinasi Media Filter Treated Natural Zeolite (TNZ), Karbon Aktif, dan Melt Blown Filter Cartridge. Prodi Teknik Lingkungan FT UNPAS.
- Yulianti, D., Muflilah. A., Tien. Y. (2016). Pengaruh Umur Pemakaian Zeolit Alam dan Arang dalam Penyaringan Air Sumur Sistem Adsorpsi Terhadap Kualitas Bakteriologis Air. *Jurnal Prodi Biologi*, vol 2, No 2, pp. 1-6.