

## PENGOLAHAN AIR TANAH DI DESA NOLOGATEN DENGAN METODE MULTI MEDIA FILTER SEDERHANA

### *GROUNDWATER TREATMENT IN NOLOGATEN VILLAGE USING SIMPLE MULTI MEDIA FILTER METHOD*

Farhan Kusuma<sup>1</sup>, Iva Rustanti W.<sup>2</sup>, Narwati<sup>3</sup>, Ferry Kriswandana<sup>4</sup>, Fitri Rokhmalia<sup>5</sup>  
(email penulis korespondensi: [putrakusumaa1@gmail.com](mailto:putrakusumaa1@gmail.com))

#### ABSTRAK

**Latar Belakang :** Air bersih merupakan sumber utama dalam kehidupan makhluk hidup, seiring dengan berjalannya waktu, air bersih menjadi sulit ditemukan. Kondisi air bersih warga Desa Nologaten, Kabupaten Ponorogo yang tidak tersedia cukup umumnya hampir saat waktu musim kemarau datang di beberapa daerah di Kabupaten Ponorogo terjadi bencana kekeringan serta krisis air bersih. Penelitian ini bertujuan memanfaatkan air tanah sebagai alternatif penyediaan kebutuhan air bersih yang berada di Desa Nologaten.

**Metode :** Jenis penelitian menggunakan metode true eksperimental. Desain penelitian yaitu metode tes sebelum dan sesudah perlakuan. Sampel yang digunakan pada penelitian yaitu air tanah yang diambil di salah satu sumur bor di Desa Nologaten. Tahap awal dilakukan uji pendahuluan pemeriksaan lengkap air bersih di laboratorium. Hasilnya kadar nitrat dan warna melebihi standar yang berlaku sesuai dengan PERMENKES RI Nomor 2 Tahun 2023 yaitu kadar nitrat sebesar 25 mg/l dan tingkat warna sebesar 77 TCU.

**Hasil :** Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah dilakukan pengolahan sampel air dengan multimedia filter pasir silika, karbon aktif, batu zeloit, dan batu apung mampu menurunkan kadar nitrat dan warna. Hasil paling efektif terjadi pada proses filtrasi dengan ketebalan karbon aktif 20 cm dengan waktu running selama 2,5 jam. Rata-rata penurunan kadar nitrat sebelum di filtrasi sebesar 15 mg/l turun menjadi 0,7 mg/l dengan rata-rata efisiensi penurunan sebesar 95,3% dan rata-rata penurunan kadar warna sebelum perlakuan 15,3 TCU turun menjadi 0,3 TCU dengan rata-rata efisiensi penyisihan sebesar 98,3%. Debit output air yang dihasilkan dari unit filter yaitu sebesar 12 liter/menit atau 17 m/jam.

**Kesimpulan:** Kesimpulan dari penelitian ini ada pengaruh perubahan parameter fisik dan kimia sampel air tanah yaitu tingkat warna dan kadar nitrat setelah sampel dilakukan pengolahan berupa filtrasi sederhana, sehingga disarankan air tanah dapat berpotensi menjadi alternatif kebutuhan air bersih, akan tetapi perlu uji kinerja alat filter dengan mengukur parameter-parameter seperti, efisiensi penyaringan, dan kapasitas penyaringan

**Kata kunci :** Air tanah, filtrasi, warna

#### ABSTRACT

**Background:** Clean water is the main source in the life of living things, as time goes by, clean water becomes difficult to find. The condition of clean water for residents of Nologaten Village, Ponorogo Regency, which is not sufficiently available, even almost every dry season arrives in several areas in Ponorogo Regency there are drought disasters and clean water crises. This research aims to utilize groundwater as an alternative to providing clean water needs in Nologaten Village.

**Methods :** This type of research uses the true experimental method. The research design is a test method before and after treatment. This study used groundwater samples taken from one of the boreholes in Nologaten Village. The initial stage was carried out a preliminary test of a complete examination of clean water in the laboratory. The results of nitrate and color levels exceed the applicable standards in accordance with the regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number 2 of 2023 which is 25 mg / l and a color level of 77 TCU

**Results :** The results showed that after processing water samples with multimedia filters of silica sand, activated carbon, zeloit stone, and pumice stone were able to reduce nitrate and color levels. The most

*effective results occurred in the filtration process with an activated carbon thickness of 20 cm with a running time of 2.5 hours. The average decrease in nitrate levels before filtration was 15 mg/l down to 0.7 mg/l with an average reduction efficiency of 95.3% and an average decrease in color levels before treatment of 15.3 TCU down to 0.3 TCU with an average removal efficiency of 98.3%. The output water discharge generated from the filter unit is 12 liters/minute or 17 m<sup>3</sup>/hour.*

**Conclusion:** *The conclusion of this study is that there is an effect of changes in the physical and chemical parameters of groundwater samples, namely the color level and nitrate levels after the sample is processed in the form of simple filtration. So it is suggested that groundwater can potentially be an alternative to clean water needs, but it is necessary to test the performance of the filter tool by measuring parameters such as filtering efficiency, and filtering capacity.*

**Keywords :** *Groundwater, filtration, nitrate, color*

## PENDAHULUAN

Kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan sangat bergantung dan tidak akan bisa lepas pada penggunaan air bersih. 97 persen badan air laut adalah air tawar, yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Ini membuat air bersih menjadi kebutuhan dasar manusia, salah satunya untuk keperluan hygiene sanitasi, yaitu untuk memelihara kebersihan individu seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk mencuci makanan, peralatan makan, dan pakaian<sup>1</sup>.

Sumber daya alam air tanah sangat penting untuk kehidupan manusia dan ekosistem di seluruh dunia<sup>2</sup>. Ketersediaan air tanah sangat krusial karena air ini digunakan untuk kebutuhan air minum, irigasi pertanian, industri, dan berbagai kegiatan manusia lainnya. Namun, dalam beberapa dekade terakhir, terjadi peningkatan permintaan akan air tanah yang tidak sebanding dengan tingkat regenerasi alamnya. Faktor-faktor seperti pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan perubahan pola hidup telah menyebabkan peningkatan yang signifikan dalam penggunaan air tanah. Selain itu, faktor-faktor seperti perubahan iklim dan polusi juga berdampak negatif terhadap kualitas air tanah<sup>3</sup>.

BNPB JATIM menjelaskan bahwa tingkat bahaya kekeringan di Provinsi Jawa Timur sangat tinggi, ini karena pada tahun 2023 kekeringan berpotensi terjadi di 27 Kabupaten/kota terdiri dari 1.617 dusun, 844 desa/kelurahan dan 221 Kecamatan. Penduduk Jawa Timur yang terdampak kekeringan pada tahun 2023 adalah 1.6664.433 orang, atau 655.277 KK, dengan 844 desa dan kelurahan terbagi menjadi 500 desa/kelurahan kering kritis, 253 desa/kelurahan kering langka, dan 91

desa/kelurahan kering terbatas. Kabupaten Ponorogo adalah salah satu daerah yang mungkin terkena dampak kekeringan. Pada awal tahun 2023, BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) Ponorogo melaporkan bahwa 27 Desa di Kabupaten Ponorogo setiap tahun sering mengalami kekeringan saat musim kemarau tiba. Warga Desa Nologaten di Kecamatan Ponorogo, Kabupaten Ponorogo mungkin mengalami kerugian ekonomi dan kesehatan jika kebutuhan air bersih tidak terpenuhi<sup>4</sup>.

Dari permasalahan tersebut diperlukan upaya pemenuhan air bersih, salah satunya yaitu dengan memanfaatkan air tanah di salah satu sumur bor untuk dijadikan sebagai alternatif pemenuhan kebutuhan air bersih masyarakat Desa Nologaten, Kecamatan Ponorogo, Kabupaten Ponorogo. Menurut tentang pemanfaatan air tanah sebagai kebutuhan air bersih melibatkan beberapa aspek penting, yakni analisis kualitas air tanah, pengolahan atau pemurnian air tanah, serta pengujian efektivitas sistem pengolahan air dalam meningkatkan kualitas air baik secara parameter fisik maupun parameter kimia<sup>5,6</sup>.

Hasil uji pendahuluan air tanah yang diambil di salah satu sumur bor di Desa Nologaten, Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo, tidak berbau, TDS (Total Dissolved Solid) 612 mg/l, tidak berasa, suhu udara 25°C, kekeruhan 3.12 NTU, warna 77 TCU, pH 6.5, besi 0.17 mg/l, fluoride 0.26 mg/l, kesadahan 220 mg/l, Mangan 0.15 mg/l, Nitrat 25 mg/l, Nitrit 0.03 mg/l, Seng 0,5 mg/l, Sulfat 50 mg/l. Dari analisa tersebut parameter fisik, warna tidak memenuhi syarat dan parameter kimia kandungan nitrat tinggi, melebihi baku mutu persyaratan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023<sup>7</sup>.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, peneliti mempunyai gambaran untuk melakukan penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Air Tanah Untuk Kebutuhan Air Bersih Masyarakat Desa Nologaten, Kecamatan Ponorogo, Kabupaten Ponorogo” yang nantinya penelitian ini bisa bermanfaat bagi masyarakat Desa Nologaten, Kecamatan Ponorogo, Kabupaten Ponorogo untuk mendapatkan air bersih yang layak sesuai dengan standar baku mutu yang berlaku.

## METODE

Penelitian ini mengacu pada model penelitian eksperimen, metode penelitian yang digunakan *pre-test* dan *post-test* yaitu penelitian eksperimen dengan memberikan tes awal (*pre test*) sebelum diberikan perlakuan, lalu setelah diberi perlakuan barulah memberikan tes akhir (*post test*), penelitian ini berlokasi di Desa Nologaten, Kabupaten Ponorogo yang dilaksanakan jangka waktu dari bulan Januari 2023 samapai bulan Juni 2023.

Sampel yang dipakai yaitu air tanah yang di ambil di salah satu sumur bor di Desa Nologaten, Kabupaten Ponorog dengan jumlah yang diperlukan yaitu 21 sampel, untuk setiap perlakuan memerlukan 600 ml sampel air tanah, sehingga untuk keseluruhan dibutuhkan 12,6 liter yang terdiri dari 7 kelompok, yaitu 2 kelompok kontrol (air baku dan kecepatan aliran), dan 3 kelompok perlakuan (variasi waktu running) dan 2 kelompok perlakuan (variasi ketebalan karbon aktif )<sup>8</sup>. Teknik pengambilan sampel yang digunakan yaitu non probability sampling dengan metode purposive sampling, data penelitian di dapatkan dari hasil pemeriksaan uji labolatorium tingkat warna dan kadar nitrat pada sampel sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan (filtrasi). Analisa data menggunakan Uji Anova One Way yang merupakan upaya untuk membandingkan variasi dalam kelompok rata-rata sampel hanya dengan mempertimbangkan satu variabel atau faktor dependent.

## HASIL

### A. Hasil Analisi Bivarat

Tabel 1

TABEL PRESENTASE PENURUNAN TINGKAT WARNA TCU

Replika si	Sampel kontrol	Kecepatan Aliran 12, 3 meter/jam					
		0,5 jam		1,5 jam		2,5 jam	
	Post Test	10 cm	25 cm	10 cm	25 cm	10 cm	25 cm
1.	15,3	18	11	2	1	1	0
2.	15,3	16	6	1	1	1	0
3.	15,3	19	19	0	1	0	1
Rata-rata	<b>15,3</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,6</b>	<b>0,3</b>

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan hasil pengolahan air pada unit multimedia filter sederhana menggunakan media filter batu apung, batu zeloit, karbon aktif dan pasir silika

mengalami peningkatan penurunan tingkat warna pada sampel air tanah sejalan dengan lama waktu running. Rata rata tingkat penurunan paling baik terjadi pada filtrasi

dengan waktu running selama 2,5 jam dan dengan ketebalan karbon aktif sebesar 25 cm yaitu kandungan warna pada sampel air tanah turun dari 15,3 TCU menjadi 0,3 TCU presentase penurunan sebesar 98,3%. Bisa disimpulkan pengolahan air pada unit multimedia filter sederhana mampu

menurunkan tingkat kadar warna secara signifikan. Sehingga sampel air tanah tersebut memiliki kualitas yang memenuhi baku mutu yang berlaku sesuai dengan Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 dan aman jika digunakan sebagai alternatif pemenuhan kebutuhan higiene sanitasi sehari-hari.

**Tabel 2**  
**Tabel Presentase Penurunan Tingkat Kadar Nitrat MG/L**

Replikasi	Sampel kontrol	0,5 jam		1,5 jam		2,5 jam	
Kecepatan Aliran 12, 3 meter/jam							
	Post Test	10 cm	25 cm	10 cm	25 cm	10 cm	25 cm
1.	15	1,2	0,8	8,5	4,9	1,3	1,0
2.	15	0,6	0	3,9	6,2	0,6	0,7
3.	15	1,2	1,5	5,7	7,2	0,8	0,5
Rata-rata	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>0,7</b>	<b>6,2</b>	<b>6,1</b>	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>

Berdasarkan Tabel IV.2 menunjukkan hasil pengolahan air dengan cara filtrasi pada unit multimedia filter sederhana menggunakan media batu apung, batu zeloit, karbon aktif dan pasir silika mengalami peningkatan penurunan kadar nitrat pada sampel air tanah akan tetapi dengan hasil yang naik turun. Hal tersebut terjadi dikarenakan pada saat proses filtrasi air nitrat mengalami degradasi seiring waktu berjalan, proses degradasi tersebut bisa terjadi karena beberapa faktor seperti suhu, kelembaban, dan kondisi lingkungan lainnya. Rata rata tingkat penurunan paling baik terjadi pada

filtrasi dengan waktu running selama 2,5 jam yaitu kandungan nitrat pada sampel air tanah turun dari 15 mg/l menjadi 0,7 presentase penurunan sebesar 95,3%. Bisa disimpulkan pengolahan air pada unit multimedia filter sederhana mampu menurunkan kandungan kadar nitrat secara signifikan. Sehingga sampel air tanah tersebut memiliki kualitas yang memenuhi standar baku mutu yang berlaku sesuai dengan Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 dan aman jika digunakan sebagai alternatif pemenuhan kebutuhan higiene sanitasi sehari-hari.

**B. Analisa Bivarat**

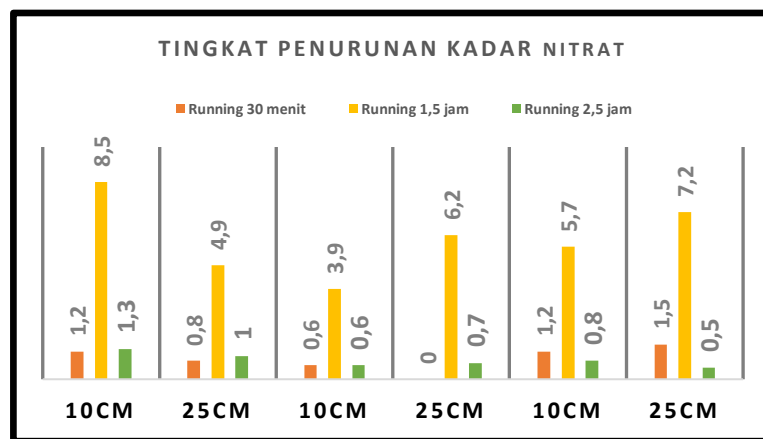


**Gambar 1. GRAFIK PENURUNAN TINGKAT WARNA**

Berdasarkan grafik di atas diperoleh data bahwa waktu running selama 30 menit variasi ketebalan 10 cm tingkat rata-rata penurunan warna pada sampel sebesar 17 TCU dan untuk variasi ketebalan 25 cm rata-rata penurunan sebesar 12 TCU untuk waktu running 1,5 jam variasi ketebalan 10 cm rata-rata tingkat penurunan sebesar 1 TCU dan untuk variasi ketebalan 25 cm rata-rata tingkat penurunan sebesar 1 TCU sedangkan untuk waktu running selama 2,5 jam variasi ketebalan 10 cm rata-rata penurunan sebesar 0,6 TCU dan untuk variasi ketebalan 25 cm rata-rata penurunan sebesar 0,3 TCU. Hasil paling efektif terjadi pada filtrasi dari waktu

running 2,5 jam variasi ketebalan karbon aktif 25cm efisiensi penurunan sebesar 98,3%.

Tingkat warna yang naik turun tersebut terjadi karena disebabkan beberapa faktor, salah satunya pada proses pencucian media filter yang digunakan seperti karbon aktif, pasir silika, batu zeloit maupun batu apung yang kurang bersih, sehingga bisa menyebabkan tingkat warna pada air naik turun pada saat proses filtrasi berlangsung, faktor lainnya yang mempengaruhi tingkat warna pada air yaitu berubahnya suhu dan pH pada air sebelum maupun waktu dilakukan pengolahan di unit filtrasi, yang berpengaruh terhadap hasil akhir pengolahan air.



Gambar 2. Grafik penurunan kadar nitrat

Berdasarkan grafik di atas diperoleh data bahwa waktu running selama 30 menit variasi ketebalan 10 cm tingkat rata-rata penurunan nitrat pada sampel sebesar 1 mg/l dan untuk variasi ketebalan 25 cm rata-rata penurunan sebesar 0,7 mg/l, untuk waktu running 1,5 jam variasi ketebalan 10 cm rata-rata tingkat penurunan sebesar 6,2 mg/l dan untuk variasi ketebalan 25 cm rata-rata tingkat penurunan sebesar 6,1 mg/l sedangkan waktu running selama 2,5 jam variasi ketebalan 10 cm rata-rata penurunan sebesar 0,9 mg/l dan untuk variasi ketebalan 25 cm rata-rata penurunan sebesar 0,7 mg/l. Hasil paling efektif terjadi pada filtrasi dari waktu running 2,5 jam variasi ketebalan karbon aktif 25cm efisiensi penurunan sebesar 95,3%. Hasil penelitian ini memberikan pengaruh yang baik karena nilai tingkat warna ini berada di bawah standar baku mutu yang berlaku yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Replublik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang

Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Sehingga kualitas air setelah dilakukan penelitian berupa pengolahan air bisa dikatakan memenuhi standar dan aman jika digunakan kebutuhan sehari-hari.

Kadar nitrat yang naik turun tersebut disebabkan beberapa faktor salah satunya pada saat proses penggantian media filter setelah proses running 1 ke running berikutnya<sup>9</sup> masih ada beberapa yang tersisa sehingga kadar nitrat yang terserap pada karbon aktif bisa mempengaruhi hasil pada proses running berikutnya, faktor lainnya kemungkinan adanya aktivitas bakteri yang tak terlihat oleh kasat mata dalam air yang dapat mengubah senyawa nitrogen dalam bentuk organik menjadi nitrat melalui proses nitrifikasi sehingga bisa menyebabkan kadar nitrat menjadi naik turun, faktor lainnya pada proses pewadahan sampel yang menggunakan botol plastik serta proses penyimpanan sampel yang memakan waktu

yang cukup lama juga bisa menjadi penyebab kandungan nitrat pada air naik turun, hal tersebut terjadi dikarenakan plastik dapat berinteraksi dengan air dan mengubah kandungan yang ada di dalamnya, serta lama penyimpanan sampel bisa menyebabkan kandungan nitrat berubah-ubah.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan pada Gambar IV.1 Grafik Penurunan Tingkat Warna menunjukkan hasil efisiensi penurunan tingkat warna dari 15,3 TCU sebelum sampel air tanah dilakukan pengolahan air berupa filtrasi mengalami penurunan menjadi 0,3 TCU setelah sampel air tanah dilakukan filtrasi. Pada proses pengolahan air tersebut dilakukan filtrasi dengan waktu running 30 menit, 1,5 jam, dan 2,5 jam, dan di dapatkan hasil paling efektif pada filtrasi dengan waktu running selama 2,5 jam dan ketebalan media filter karbon aktif 25 cm, rata-rata efisiensi penurunan sebesar 98,3% . Hal ini menunjukkan lama waktu running sampel pada unit filtrasi akan mempengaruhi hasil akhir<sup>10</sup>.

Hasil pengamatan pada Gambar IV. 2 Grafik Penurunan kadar nitrat menunjukkan, bahwa kadar Nitrat pada sampel air tanah yang diambil pada salah satu sumur bor yang berada di desa Nologaten, Kecamatan Ponorogo, Kabupaten Ponorogo mengalami penurunan, dari sampel awal sebelum air di filtrasi Nitrat yang terkandung pada sampel air tanah sebesar 15 mg/l setelah melalui proses pengolahan air berupa filtrasi dengan waktu running 30 meit, 1,5 jam, dan 2,5 jam hasil yang paling efektif terjadi di filtrasi pada waktu running selama 2,5 jam yaitu penurunan Nitrat menjadi 0,7 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwasannya penggunaan batu apung sebagai absorben pada saat proses pengolahan air berupa filtrasi cukup efektif bisa menurunkan kadar Nitrat yang terkandung pada air sebesar 95,3 % dengan waktu running selama 2,5 jam<sup>11</sup>.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Pengolahan air tanah dengan cara filtrasi dengan penggunaan media filter pasir silika 60cm, karbon aktif 25 cm, batu zeolit 10 cm, dan batu apung 15 cm memiliki pengaruh terhadap peningkatan kualitas air tanah yaitu mampu menurunkan tingkat warna dari 15,3

TCU menjadi 0,7 mg/l dengan presentase penurunan sebesar 98, serta mampu menurunkan kadar nitrat dari 15 mg/l menjadi 0,7 mg/ dengan presentase penurunan sebesar 95,3 mg/l tingkat penurunan paling efektif terjadi pada waktu running 2,5 jam. Sehingga setelah dilakukan filtrasi kadar nitrat dan tingkat warna pada sampel air tanah tersebut tidak lagi melebihi standart baku mutu yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Replublik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 dan aman jika digunakan sebagai alternatif pemenuhan kebutuhan higiene sanitasi sehari-hari.

Perlu dilakukan uji coba terlebih dahulu mengenai teknik pengolahan air yang akan digunakan. Perlu dilakukan uji kinerja alat filter dengan mengukur paramater-parameter seperti efisiensi penyaringan dan kapasitas penyaringan. Tahap pewardahan dan penyimpanan sampel baik sebelum perlakuan maupun sesudah perlakuan harus diperhatikan, agar kadar yang terkandung dalam sampel air hasilnya tidak naik turun.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Wicaksono, B., Iduwin, T., Mayasari, D., Putri, P. S. & Yuhanah, T. Edukasi Alat Penjernih Air Sederhana Sebagai Upaya Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih. *Terang* 2, 43–52 (2019).
2. Wardani, A. M. *et al.* Konservasi Sumber Daya Air Guna Terjaganya Kualitas Serta Entitas Air Baku. in *PISCES: Proceeding of Integrative Science Education Seminar* vol. 1 117–126 (2021).
3. Sulistyoningtyas, S. & Khusnul Dwihestie, L. Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal. *Peran Mikronutrisi Sebagai Upaya Pencegah. Covid-19* 12, 75–82 (2022).
4. JATIM, D. K. Sejumlah Wilayah di Jatim Berpotensi Kekeringan, Gubernur Khofifah Pastikan BPBD Siaga dan Siap Dropping Air Bersih. *Dinas Kominfo JAWA TIMUR*  
<https://kominfo.jatimprov.go.id/berita/s-ejumlah-wilayah-di-jatim-berpotensi-kekeringan-gubernur-khofifah-pastikan-bpbd-siaga-dan-siap-dropping-air-bersih> (2023).

5. Darwis. *Pengelolaan Air Tanah*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada (UGM) (2018).
6. Gafur, A., Kartini, A. D. & Rahman, R. Studi kualitas fisik kimia dan biologis pada air minum dalam kemasan berbagai merek yang beredar di Kota Makassar tahun 2016. *Hig. J. Kesehat. Lingkung.* **3**, 37–46 (2017).
7. Kemenkes RI. Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. *Peratur. Menteri Kesehat. Republik Indones. Nomor 4 Tahun 2018* **151**, 10–17 (2023).
8. Nasruddin, I. & Martin, A. Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Berbahan Dasar Cangkang Sawit Dengan Metode Aktivasi Fisika Menggunakan Rotary Autoclave. *Jom Fteknik* **1**, 11 (2014).
9. Harahap, M. R. & Nisah, K. IMOBILISASI SULFIDA PADA BATU APUNG YANG TERLAPISI KITOSAN SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BESI (Fe) TERLARUT. *AMINA* **3**, 76–82 (2021).
10. Kurniawati, E. Metode Filtrasi Dan Adsorpsi Dengan Variasi Lama Kontak Dalam Pengolahan Limbah Cair Batik. *J. Tek. Lingkung.* **3**, 75–82 (2022).
11. Lusiani, G. STUDI MODIFIKASI BATU APUNG SUNGAI PASAK JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS ANDALAS PADANG. *J. Tek. Lingkung.* (2017).