

EFEKTIVITAS PENGELOLAAN AIR BERSIH MENGGUNAKAN METODE FILTRASI DENGAN MEDIA ZEOLIT DAN KARBON AKTIF TERHADAP DERAJAT KEASAMAN (pH) DAN KESADAHAN (CaCO_3) SERTA DAYA TAHAN FILTRASI

Shintia Widia Sari¹, Septia Dwi Cahyani^{2*}, Devita Sari³

Program Studi S1 Kesehatan Lingkungan, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Widyagama Husada^{1,2,3}

*Corresponding Author : septiadwi26@widyagamahusada.ac.id

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting bagi kehidupan. Namun, kualitas air semakin menurun seiring meningkatnya kebutuhan. Salah satu sumber air yang banyak dimanfaatkan masyarakat adalah air sumur gali. Air sumur gali sering mengandung kesadahan tinggi yang dapat menimbulkan masalah kesehatan dan gangguan dalam penggunaan sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas pengelolaan air bersih menggunakan metode filtrasi dengan media zeolit dan karbon aktif terhadap derajat keasaman (pH) dan kesadahan (CaCO_3), serta daya tahan filtrasi. Penelitian ini menggunakan desain Eksperimen Semu (*Quasi Experiment*) dengan rancangan penelitian *pretest-posttest design*. Menggunakan rancangan secara acak, terdapat kelompok perlakuan dengan adanya *pretes*. Berdasarkan hasil uji Kruskal Wallis menggunakan SPSS didapatkan nilai (p) 0,00 dengan signifikansi 0,00 yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan efektivitas media filter zeolit, karbon aktif dan kombinasi. Efektivitas penurunan derajat keasaman (pH) yang paling tinggi pada media zeolit sebesar 14,49%, media karbon aktif sebesar 3,14%, dan media kombinasi yaitu sebesar 7,72%. Sedangkan efektivitas penurunan kesadahan (CaCO_3) yang paling tinggi yaitu pada media karbon aktif sebesar 91,48%, media zeolit sebesar 31,20% dan media kombinasi sebesar 12,76%. Persentase efektivitas penurunan menunjukkan daya tahan filtrasi media zeolit lebih efektif menurunkan pH dibandingkan media karbon aktif dan kombinasi, sedangkan dalam menurunkan kesadahan (CaCO_3) daya tahan karbon aktif lebih efektif.

Kata kunci : air bersih, daya tahan filtrasi, filtrasi, karbon aktif, kesadahan, pH, zeolit

ABSTRACT

Water is a basic need that is very important for life. However, water quality is decreasing as the need increases. One of the water sources that is widely used by the community is dug well water. Excavated well water often contains high hardness which can cause health problems and disturbances in daily use. This study aims to analyze the effectiveness of clean water management using filtration methods with zeolite and activated carbon media on acidity (pH) and hardness (CaCO_3), as well as filtration durability. This study uses a Quasi Experiment design with a pretest-posttest design research design. Using a random design, there was a treatment group with pretests. Based on the results of the Kruskal Wallis test using SPSS, a value (p) of 0.00 was obtained with a significance of 0.00 which shows that there is a difference in the effectiveness of zeolite filter media, activated carbon and combinations. The highest effectiveness of reducing acidity (pH) in zeolite media was 14.49%, activated carbon media was 3.14%, and combination media was 7.72%. Meanwhile, the highest effectiveness of hardness reduction (CaCO_3) is in activated carbon media of 91.48%, zeolite media of 31.20% and combination media of 12.76%. The percentage of effectiveness decreased showed that the filtration durability of zeolite media was more effective in lowering pH than activated carbon media and combinations, while in reducing the hardness (CaCO_3) the durability of activated carbon was more effective.

Keywords : clean water, filtration, activated carbon, hardness, pH, zeolite, filtration durability

PENDAHULUAN

Air sebagai kebutuhan dasar dan bagian dari kehidupan yang keberadaannya tidak dapat digantikan oleh materi lain. Keberadaan air di alam ini sangat bermanfaat dan digunakan

manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya sehari-hari (Effendi dalam Ahmad et al., 2023). Makhluk hidup memerlukan air untuk melakukan fungsi, seperti menghasilkan energi, membangun dan memelihara jaringan tubuh, serta mengatur proses-proses kehidupan. Fungsi air bagi manusia diantaranya sebagai air minum, memasak, mandi atau kegiatan rumah tangga lainnya, dan industri, pertanian, perikanan (Himawan *et al.*, 2022). Karena kegunaannya yang sangat penting bagi kehidupan maka sumber daya air harus terus dilindungi. Sumber daya air saat ini sudah tidak mampu lagi memenuhi kebutuhan yang terus meningkat, sedangkan untuk keperluan rumah tangga kualitas air semakin menurun. Penurunan kualitas air dapat menyebabkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi semua makhluk hidup yang bergantung pada air (Nasution et al., 2022)

Sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017 air untuk keperluan hygiene sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum yang harus memenuhi tiga kriteria parameter. Parameter pertama adalah parameter fisik yang meliputi padatan terlarut, kekeruhan, warna, rasa, bau, dan suhu. Parameter kedua parameter biologis meliputi jenis dan kandungan mikroorganisme baik hewan maupun tumbuhan. Parameter ketiga adalah parameter kimiawi yang terdiri atas berbagai ion, senyawa beracun, kandungan oksigen terlarut dan kebutuhan oksigen kimia (Rasman & Saleh, 2016)

Salah satu sumber air bersih yang banyak dimanfaatkan masyarakat adalah air sumur gali. Air tanah sebagian air hujan yang mencapai permukaan bumi dan meresap ke dalam lapisan tanah dan menjadi air tanah. Sebelum mencapai lapisan tempat air tanah, air hujan akan melewati beberapa lapisan tanah dan menyebabkan air mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi tertentu. Zat-zat mineral tersebut, antara lain kalsium, magnesium dan logam berat seperti besi (Chandra, 2007). Meskipun beberapa zat dalam air tanah bermanfaat, tetapi apabila melebihi batas dapat membahayakan tubuh manusia. Salah satunya yaitu air dengan kesadahan (CaCO_3) yang tinggi. Air sadah dapat mengganggu kesehatan apabila di konsumsi sebagai air minum dalam jumlah yang tinggi. Penggunaan air sadah untuk memasak juga dapat menimbulkan endapan atau pengerasan yang biasa di jumpai pada perkakas dapur. Selain itu, keperluan seperti mencuci baju atau yang lain akan mengakibatkan konsumsi sabun lebih banyak. Hal ini karena sabun kurang efektif akibat salah satu bagian dari molekul sabun di ikat oleh unsur Ca (Hidayat *et al.*, 2019)

Pada umumnya kesadahan disebabkan oleh adanya logam-logam atau kation – kation yang bervalensi 2, seperti Fe, Sr, Mn, Ca dan Mg (Abdurrivai & Rayani, 2018). Biasanya yang sering menimbulkan kesadahan adalah kation Ca^{++} dan Mg^{++} . Kesadahan total adalah kesadahan yang disebabkan oleh Ca^{++} dan Mg^{++} secara bersama-sama (Sudarni & Haderiah, 2020) Menurut *World Health Organization* (WHO) air dengan kesadahan tinggi dapat menimbulkan dampak terhadap kesehatan menyebabkan penyumbatan pembuluh darah jantung dan batu ginjal. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengelolaan kualitas air sebagai upaya pemeliharaan air sehingga tercapai kualitas air yang di inginkan sesuai standar Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32/MENKES/PER/II/2017. (Budiman & Mentarianata, 2015)

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam pengolahan air sumur gali adalah metode filtrasi. Metode filtrasi adalah metode penjernihan air menggunakan filter. Bahan yang bisa digunakan dalam sistem filtrasi adalah zeolit dan karbon aktif. Bahan-bahan ini berfungsi sebagai adsorben untuk menyerap zat-zat organik maupun anorganik (Nasution *et al.*, 2022). Berdasarkan hasil penelitian Husaini *et al.*, (2020) menunjukkan pH air sebelum pengolahan yaitu 4 dan meningkat pada lama kontak <1 menit menjadi pH 6,2, pH 6,5 pada lama kontak 30 menit, pH 6,3 pada lama kontak 60 menit, pH 6,2 pada lama kontak 90 menit dan pH 6,7 pada lama kontak 120 menit. Persentase penurunan kesadahan air pada waktu kontak <1 menit

sebesar 7,14%, lama kontak 30 menit sebesar 15,35%, lama kontak 60 menit sebesar 36,42%, lama kontak 90 menit sebesar 38,57% dan lama kontak 120 menit sebesar 62,85%. Terdapat peningkatan derajat pH air sumur dan penurunan tingkat kesadahan air sumur setelah dilakukan pengolahan dengan cara filtrasi dan adsorpsi. Semakin lama kontak dalam proses filtrasi dan adsorpsi akan semakin efektif terhadap peningkatan pH air sumur dan penurunan tingkat kesadahan air sumur.

Hasil penelitian Ahmad *et al.*, (2023) bahwa kinerja alat penyaring menggunakan media filter pasir silika, zeolit, dan karbon aktif efektif digunakan sebagai penyaring air sumur. Ini diperlihatkan oleh parameter fisika, TDS mengalami penurunan dari 1250 mg/L menjadi 897 mg/L. Kekeruhan dari 27 NTU menjadi 24 NTU. Sedangkan dari parameter kimia, kontaminan besi mengalami penurunan dari 1,3 mg/L menjadi 0,91 mg/L, mangan dari 0,6 mg/L menjadi 0,45 mg/L, dan pH yang sebelum penyaringan sebesar 9 turun menjadi 7,9. Penurunan kontaminan disebabkan karena sebagian kontaminan tersisihkan pada media filter, mengendap pada media filter, dan kontaminan juga teradsorpsi pada permukaan media filter.

Menurut penelitian Abdurrivai & Rayani, (2018) perbedaan ketebalan media dan waktu kontak yang digunakan tidak efektif menurunkan kesadahan total pada air. Penurunan kesadahan total pada air dengan ketebalan arang 10 cm dengan waktu kontak 40 menit adalah sebesar 7.82%, sedangkan waktu kontak 50 menit sebesar 11.25% dan pada waktu kontak 60 menit sebesar 12.5%. Penurunan kesadahan total pada air dengan ketebalan arang 20 cm dengan waktu kontak 40 menit adalah sebesar 8.75%, sedangkan waktu kontak 50 menit sebesar 13.76% dan pada waktu kontak 60 menit 19.16%. Penurunan kesadahan total pada air dengan ketebalan arang 30 cm dengan waktu kontak 40 menit adalah sebesar 22.5%, sedangkan waktu kontak 50 menit sebesar 27.08% dan pada waktu kontak 60 menit 33.33%.

Berdasarkan studi pendahuluan, diketahui bahwa air yang digunakan masyarakat Desa Sumberejo Kecamatan Gedangan Kabupaten Malang memiliki kesadahan (CaCO_3) dengan ciri-ciri menimbulkan kerak pada peralatan masak/menimbulkan endapan berwarna putih. Air sumur didesa tersebut sadah dikarenakan tanahnya merupakan tanah kapur dan desa tersebut dikelilingi oleh pegunungan kapur. Masyarakat menggunakan air sumur untuk keperluan sehari-hari (mandi, mencuci, dan memasak) bahkan ada warga yang menggunakan air tersebut sebagai bahan baku air minum. Desa Sumberejo Kecamatan Gedangan dibawah naungan UPT Puskesmas Gedangan. Selama ini, puskesmas telah melakukan pengawasan dan pengambilan sampel secara berkala di Kecamatan Gedangan, akan tetapi sampel dipilih secara acak dan belum seluruh sumur warga diperiksa. Ada sumber air lain yang dimanfaatkan oleh warga Kecamatan Gedangan yaitu pamsimas dan hippam, akan tetapi masyarakat mayoritas memilih menggunakan sumur sebagai sumber air mereka.

Berdasarkan pemaparan di atas melatarbelakangi peneliti untuk menganalisis efektivitas pengelolaan air bersih menggunakan metode filtrasi dengan media zeolit dan karbon aktif terhadap derajat keasaman (pH) dan kesadahan (CaCO_3) serta daya tahan filtrasi. Tujuan penelitian yaitu mengidentifikasi derajat keasaman (pH) dan kesadahan (CaCO_3) pada air bersih sebelum di filtrasi zeolit dan karbon aktif, mengetahui derajat keasaman (pH) dan kesadahan (CaCO_3) pada air bersih setelah di filtrasi zeolit dan karbon aktif dan menganalisis efektivitas pengelolaan air bersih sebelum dan setelah menggunakan metode filtrasi dengan media zeolit dan karbon aktif terhadap derajat keasaman (pH) dan kesadahan (CaCO_3) serta daya tahan filtrasi.

METODE

Penelitian ini menggunakan penelitian Eksperimen Semu (*Quasi Experiment*) dengan rancangan penelitian *pretest-posttest design*. Menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Lokasi pengambilan sampel air sumur di Desa Sumberejo Kecamatan Gedangan Kabupaten

Malang dan penelitian dilaksanakan selama dua minggu pada bulan Mei 2024. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagian dari air sumur. Pada penelitian ini terdiri dari 3 perlakuan. Instrumen penelitian menggunakan lembar observasi. Analisa data menggunakan uji kruskal wallis.

HASIL

Hasil penelitian yang telah dilakukan selama 14 hari penelitian memperoleh data hasil pengukuran derajat keasaman (pH) dan kesadahan (CaCO_3) sebelum dan setelah filtrasi dan mengetahui daya tahan filtrasi menggunakan media zeolit, media karbon aktif dan media kombinasi.

Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH) dan Kesadahan (CaCO_3) Sebelum Filtrasi

Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) dan kesadahan (CaCO_3) sebelum dilakukan filtrasi disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH) dan Kesadahan (CaCO_3) Sebelum Filtrasi

No.	Parameter	Baku Mutu
1	Derajat Keasaman (pH)	6,5-8,5
2	Kesadahan (CaCO_3)	500 mg/l

Pada tabel 1 merupakan data pengukuran pH dan CaCO_3 sebelum dilakukan filtrasi. Hasil pengukuran pH yakni sebesar 8,28, sedangkan hasil laboratorium kesadahan yakni sebesar 282 mg/l. Baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32/MENKES/PER/11/2017.

Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH) dan Kesadahan (CaCO_3) Setelah Filtrasi

Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) kesadahan (CaCO_3) selama 14 hari penelitian pada masing-masing perlakuan yakni zeolit, karbon aktif, kombinasi disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH) dan Kesadahan (CaCO_3) Setelah Filtrasi

Hari Ke-	Hasil Pengukuran					
	Derajat Keasaman (pH)			Kesadahan (CaCO_3)		
	Zeolit	Karbon Aktif	Kombinasi	Zeolit	Karbon Aktif	Kombinasi
1	7,31	8,26	7,93	200	30	468
2	7,23	8,24	7,69	216	28	424
3	7,12	8,12	7,97	194	24	396
4	7,49	8,03	7,95	224	40	374
5	7,57	8,06	7,92	218	40	362
6	7,18	8,02	7,96	216	34	342
7	7,43	8,04	7,80	216	38	324
8	7,34	8,26	7,75	216	38	294
9	7,35	8,12	7,74	244	42	302
10	7,50	8,19	7,83	230	40	280
11	7,67	8,11	7,72	238	34	272
12	7,32	8,18	7,64	248	64	280
13	7,08	8,16	7,66	224	60	246
14	7,12	8,09	7,75	218	92	308

Pada tabel 2 merupakan data hasil pengukuran pH menggunakan pH meter dan data hasil uji kesadahan (CaCO_3) menggunakan metode titrimetri selama penelitian 14 hari pada sampel

air bersih setelah dilakukan filtrasi. Hasil tersebut menyatakan bahwa filtrasi zeolit pH tertinggi 7,67 pada hari ke-11, pH terendah 7,08 pada hari ke-13, filtrasi karbon aktif pH tertinggi 8,26 pada hari ke-1, pH terendah 8,02 pada hari ke 6, filtrasi kombinasi pH tertinggi 7,97 pada hari ke-3, pH terendah 7,64 pada hari ke-12. Sedangkan hasil uji kesadahan (CaCO₃) pada filtrasi zeolit yang tertinggi yaitu 248 mg/l pada hari ke-12, terendah 194 pada hari ke-3, filtrasi karbon aktif kesadahan (CaCO₃) tertinggi yaitu 92 pada hari ke-14, terendah 24 mg/l pada hari ke-3, pada filtrasi kombinasi kesadahan (CaCO₃) tertinggi yakni 468 mg/l, terendah 246 mg/l pada hari ke 13. Kandungan pH dan CaCO₃ pada air bersih masih memenuhi persyaratan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32/MENKES/PER/11/2017 untuk syarat baku mutu derajat keasaman (pH) yakni berkisar antara 6,5-8,5 dan untuk kesadahan (CaCO₃) yakni 500 mg/l.

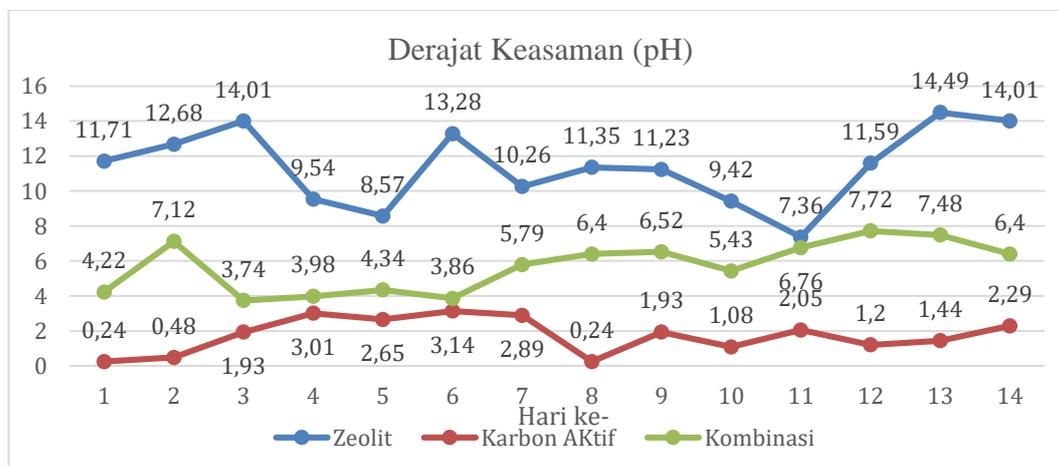
Daya Tahan Filtrasi

Hasil perhitungan efektivitas penurunan derajat keasaman (pH) dan penurunan kesadahan (CaCO₃) selama 14 hari penelitian pada masing-masing perlakuan filtrasi media zeolit, karbon aktif, kombinasi disajikan pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Efektivitas Penurunan Derajat Keasaman (pH)

Hari Ke-	Persentase Penurunan (%)		
	Zeolit	Karbon Aktif	Kombinasi
1	11,71	0,24	4,22
2	12,68	0,48	7,12
3	14,01	1,93	3,74
4	9,54	3,01	3,98
5	8,57	2,65	4,34
6	13,28	3,14	3,86
7	10,26	2,89	5,79
8	11,35	0,24	6,4
9	11,23	1,93	6,52
10	9,42	1,08	5,43
11	7,36	2,05	6,76
12	11,59	1,2	7,72
13	14,49	1,44	7,48
14	14,01	2,29	6,4

Pada tabel 3 merupakan hasil perhitungan efektivitas penurunan derajat keasaman (pH) pada masing-masing perlakuan filtrasi media zeolit, karbon aktif, kombinasi selama 14 hari penelitian. Perhitungan pada tabel diatas dihitung menggunakan rumus.



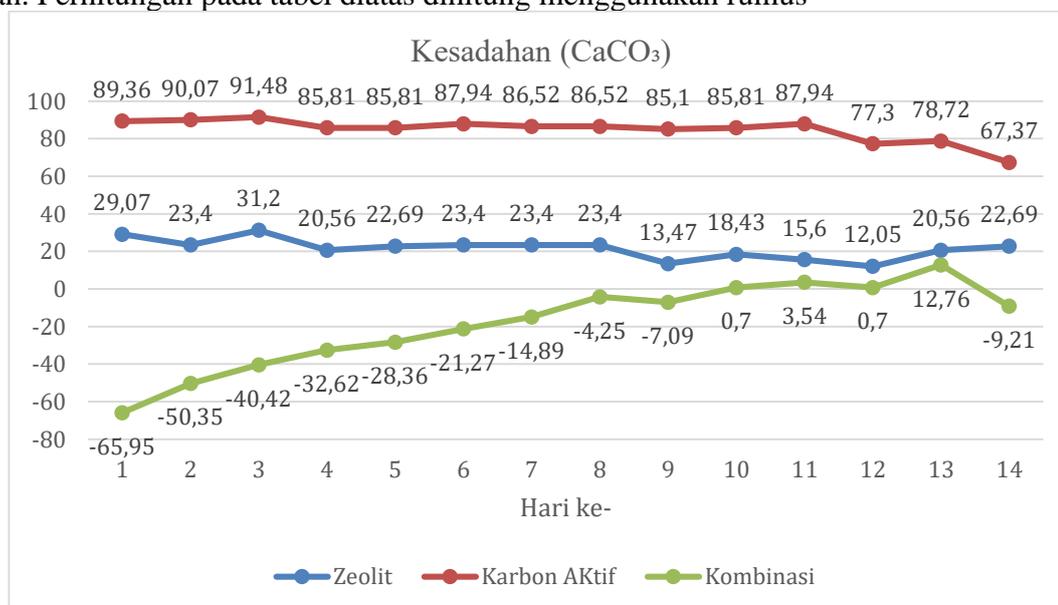
Gambar 1. Grafik Efektivitas Penurunan Derajat Keasaman (Ph) Selama Penelitian

Pada perlakuan filtrasi media zeolit menunjukkan efektivitas penurunan pH pada hari ke-1 sampai hari ke-14, nilai penurunan tertinggi pada hari ke-13 yaitu sebesar 14,49% dan nilai penurunan terendah pada hari ke-11 dengan hasil persentase sebesar 7,36% . Pada perlakuan media karbon aktif menunjukkan penurunan pH pada hari ke-1 sampai hari ke-14, nilai penurunan tertinggi pada hari ke-6 yaitu sebesar 3,14% dan nilai penurunan terendah pada hari ke-1 dan ke-8 dengan hasil persentase 0,24%. Pada perlakuan media kombinasi menunjukkan penurunan pH pada hari ke-1 sampai hari ke-14, nilai penurunan tertinggi pada hari ke-12 yaitu sebesar 7,72% dan nilai penurunan terendah pada hari ke-3 dengan hasil persentase sebesar 3,74%.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Efektivitas Penurunan Kesadahan (CaCO₃)

Hari Ke-	Persentase Penurunan (%)		
	Zeolit	Karbon Aktif	Kombinasi
1	29.07	89.36	-65,95
2	23.40	90.07	-50,35
3	31.20	91.48	-40,42
4	20.56	85.81	-32,62
5	22.69	85.81	-28,36
6	23.40	87.94	-21,27
7	23.40	86.52	-14,89
8	23.40	86.52	-4,25
9	13.47	85.10	-7,09
10	18.43	85.81	0,7
11	15.60	87.94	3,54
12	12.05	77.30	0,7
13	20.56	78.72	12,76
14	22.69	67.37	-9,21

Pada tabel 4 merupakan hasil perhitungan efektivitas penurunan kesadahan (CaCO₃) pada masing-masing perlakuan filtrasi media zeolit, karbon aktif, kombinasi selama 14 hari penelitian. Perhitungan pada tabel diatas dihitung menggunakan rumus



Gambar 2. Grafik Efektivitas Penurunan Kesadahan (CaCO₃) Selama Penelitian

Pada perlakuan filtrasi media zeolit menunjukkan efektivitas penurunan kesadahan (CaCO₃) pada hari ke-1 sampai hari ke-14, nilai penurunan tertinggi pada hari ke-3 yaitu sebesar 31,20% dan nilai penurunan terendah pada hari ke-12 dengan hasil persentase sebesar 7,36%.

12,05%. Pada perlakuan media karbon aktif menunjukkan efektivitas penurunan kesadahan (CaCO_3) pada hari ke-1 sampai hari ke-14, nilai penurunan tertinggi pada hari ke-3 yaitu sebesar 91,48% dan nilai penurunan terendah pada hari ke-14 dengan hasil persentase sebesar 67,37%. Pada perlakuan media kombinasi menunjukkan efektivitas penurunan kesadahan (CaCO_3) pada hari ke-10 sampai hari ke-13 nilai penurunan tertinggi pada hari ke-13 yaitu sebesar 12,76% dan nilai penurunan terendah pada hari ke-1 dengan hasil persentase sebesar 65,95%.

Analisa Data Hasil Derajat Keasaman (pH) dan Kesadahan (CaCO_3)

Analisa data ini meliputi derajat keasaman (pH) dan kesadahan (CaCO_3) diketahui dengan menggunakan aplikasi pengolah data SPSS. Uji hipotesis yang digunakan pada penelitian ini menggunakan uji kruskal-wallis yang merupakan salah satu uji statistik non-parametrik untuk menguji perbedaan data yang signifikan antar kelompok.

Hasil Uji Kruskal-Wallis Derajat Keasaman (pH)

Hasil uji kruskal-wallis pada derajat keasaman (pH) p (0,00) lebih kecil dari (0,05). Angka signifikansi 0,00 memenuhi syarat kelompok perlakuan yang berbeda nyata.

Hasil Uji Kruskal-Wallis kesadahan (CaCO_3)

Hasil uji kruskal-wallis pada kesadahan (CaCO_3) p (0,00) lebih kecil dari (0,05). Angka signifikansi 0,00 memenuhi syarat kelompok perlakuan yang berbeda nyata.

Tabel 5. Uji Kruskal-Wallis

Kruskal-wallis		
p. Value	Derajat Keasaman (pH)	kesadahan (CaCO_3)
	0,00	0,00

PEMBAHASAN

Analisa Derajat Keasaman (pH) dan Kesadahan (CaCO_3) Sebelum Filtrasi

Berdasarkan hasil pengukuran pH menggunakan pH meter didapat nilai pH yakni sebesar 8,28. Hasil uji kesadahan (CaCO_3) menggunakan metode titrimetri di Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta I yakni sebesar 282 mg/l. Kedua nilai ini masih memenuhi syarat baku mutu air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32/MENKES/PER/11/2017, yang menetapkan rentang pH 6,5-8,5 dan batas maksimum kesadahan 500 mg/L.

Analisa Derajat Keasaman (pH) dan Kesadahan (CaCO_3) Sebelum Filtrasi

Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan hasil uji kruskal wallis menggunakan SPSS didapatkan nilai (p) 0,00 dengan signifikansi 0,00. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan efektivitas media filter zeolit, karbon aktif dan kombinasi. Pengukuran pH air bersih setelah dilakukan filtrasi media zeolit pH tertinggi 7,67 pada hari ke-11, pH terendah 7,08 pada hari ke-13, filtrasi karbon aktif pH tertinggi 8,26 pada hari ke-1, pH terendah 8,02 pada hari ke 6, filtrasi kombinasi pH tertinggi 7,97 pada hari ke-3, pH terendah 7,64 pada hari ke-12. Pada 14 hari pengamatan dari hasil pengukuran pH setiap harinya terjadi penurunan dan kenaikan derajat keasaman (pH) dari ketiga perlakuan. Dimana kenaikan tertinggi terjadi pada media karbon aktif. Nilai derajat keasaman (pH) pada media karbon aktif sebelum dan setelah dilakukan proses filtrasi masih berada di pH angka 8. Media Karbon Aktif lebih tinggi dibandingkan media lain, hal ini diduga disebabkan oleh sifat adsorpsi karbon aktif yang cenderung menyerap senyawa asam seperti asam asetat dan asam humat yang mempengaruhi rasa dan warna pada air, sehingga

meninggalkan air dengan pH yang lebih tinggi. Selain itu, karbon aktif diduga melepaskan senyawa basa seperti kalium hidroksida (KOH) yang terbentuk selama proses aktivasi.

Beberapa penyebab terjadinya peningkatan derajat keasaman (pH) air dalam penelitian ini dikarenakan pada saat proses filtrasi kadar kesadahan yang terdapat didalam air telah berkurang. Menurut Husaini *et al.*, (2020) pada proses adsorpsi dengan menggunakan media arang aktif dan zeolit dapat mengikat kation-kation pada air seperti besi (Fe), aluminium, ataupun magnesium. Sehingga dengan berkurangnya senyawa-senyawa logam di dalam akan berdampak pada terjadinya peningkatan terhadap derajat keasaman air. Media Zeolit cenderung menurunkan pH air, yang dapat dijelaskan oleh sifat pertukaran ion zeolit. Zeolit dapat menukar ion H⁺ dengan kation lain seperti kation alkali yaitu Na⁺, K⁺ dalam air, sehingga menurunkan pH. Fluktuasi pH selama periode pengamatan diduga disebabkan oleh variasi dalam komposisi air yang masuk atau perubahan dalam kapasitas pertukaran ion zeolit seiring waktu.

Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) juga dapat disebabkan oleh alat ukur pH meter. Dimana selama 14 hari pengamatan menggunakan pH meter tidak dilakukan kalibrasi. Menurut Ishak *et al.*, (2022) sebelum dilakukan pengukuran, terlebih dahulu alat ukur pH meter harus dikalibrasi setiap sebelum dan sesudah melakukan pengukuran. Untuk penggunaan normal kalibrasi harus dilakukan setiap hari. Kalibrasi harus dilakukan setidaknya dengan dua macam cairan standar buffer atau aquades (air murni) yang sesuai dengan rentang nilai pH yang akan diukur. Pengukuran dengan instrumen yang digunakan dalam pH meter dapat bersifat analog maupun digital. Sebagaimana alat yang lain, untuk mendapatkan hasil pengukuran yang baik, maka diperlukan perawatan dan kalibrasi pH meter.

Penyebab terjadinya kenaikan nilai pH setelah di filtrasi menggunakan media zeolit, media karbon aktif, dan media kombinasi adalah karena proses adsorpsi yang terjadi pada kedua media tersebut. Zeolit memiliki sifat kationik yang memungkinkan ia menyerap ion logam berat seperti Fe dan Mn, yang dapat menurunkan pH. Sementara itu, karbon aktif memiliki sifat adsorpsi yang kuat, yang dapat menyerap senyawa organik yang dapat meningkatkan pH. Kombinasi kedua media ini dapat menghasilkan efek sinergis yang meningkatkan pH hasil filtrasi air.

Kesadahan (CaCO₃)

Berdasarkan hasil uji kruskal wallis menggunakan SPSS didapatkan nilai (p) 0,00 dengan signifikansi 0,00. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan efektivitas media filter zeolit, karbon aktif dan kombinasi hasil uji kesadahan (CaCO₃) pada filtrasi zeolit yang tertinggi yaitu 248 mg/l pada hari ke-12, terendah 194 pada hari ke-3, filtrasi karbon aktif kesadahan (CaCO₃) tertinggi yaitu 92 pada hari ke-14, terendah 24 mg/l pada hari ke-3, pada filtrasi kombinasi kesadahan (CaCO₃) tertinggi yakni 468 mg/l, terendah 246 mg/l pada hari ke 13. Pada penelitian yang telah dilakukan, kadar Kesadahan (CaCO₃) yang didapatkan tidak melebihi dari ambang batas. Menurut Ilyas *et al.*, (2021) menyatakan kandungan bahan kimia organik air yang baik memiliki kandungan bahan kimia organik dalam jumlah yang tidak melebihi batas yang ditetapkan. Apabila jumlah bahan kimia organik yang terkandung melebihi batas, maka dapat menimbulkan gangguan pada tubuh. Hal ini terjadi karena bahan kimia organik yang melebihi batas ambang dapat terurai menjadi racun berbahaya.

Dari hasil tersebut juga menunjukkan bahwa penurunan kesadahan (CaCO₃) terjadi pada semua media. Namun, media karbon aktif lebih banyak terjadi penurunan kesadahan jika dibandingkan dengan media zeolit dan kombinasi. Berbeda dengan hasil penelitian Sudarni & Haderiah (2020) menyatakan media karbon aktif tidak efektif dalam menurunkan kesadahan.

Media Zeolit menunjukkan penurunan kesadahan yang sedang, dimana zeolit bekerja melalui mekanisme pertukaran ion, di mana ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ ditukar dengan ion Na⁺ dari zeolit. Efektivitas penurunan kesadahan oleh zeolit dapat dipengaruhi oleh kapasitas

pertukaran ion dan tingkat kejenuhan zeolit. Pada media 50 Karbon Aktif menunjukkan penurunan kesadahan yang paling tinggi, penurunan yang tinggi ini diduga disebabkan oleh adsorpsi fisik ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada permukaan karbon aktif, kemungkinan adanya modifikasi permukaan karbon aktif yang meningkatkan kemampuannya dalam mengikat ion-ion kesadahan, potensi reaksi kimia antara karbon aktif dengan senyawa penyebab kesadahan. Media Kombinasi menunjukkan hasil yang kurang efektif dibandingkan media tunggal. Hal ini diduga disebabkan oleh interaksi antara zeolit dan karbon aktif yang mengurangi efektivitas masing-masing media.

Analisa Daya Tahan Filtrasi

Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan hasil perhitungan penurunan pH pada perlakuan filtrasi media zeolit menunjukkan penurunan tertinggi pada hari ke-13 yaitu sebesar 14,49%. Pada perlakuan media karbon aktif menunjukkan penurunan tertinggi pada hari ke-6 yaitu sebesar 3,14%. Pada perlakuan media kombinasi menunjukkan penurunan pH tertinggi pada hari ke-12 yaitu sebesar 7,72%. Hasil pengukuran menunjukkan adanya peningkatan pH air setelah beberapa kali filtrasi pada ketiga media filter. Khoiriah *et al.*, (2023) penyebab terjadinya kenaikan pH adalah pada saat proses filtrasi, air yang mengalir melalui media filter mengalami tumbukan antar molekul air sehingga menimbulkan gelembung-gelembung (air melepaskan oksigen) yang menimbulkan reaksi ionik sehingga mengakibatkan air mengalami kelebihan Ion H^+ yang meningkatkan pH air. Ketebalan media pada saat filtrasi juga mempengaruhi hasil proses filtrasi. Semakin tebal media filter, semakin besar pula luas permukaan untuk menahan atau mengikat kontaminan, dan semakin jauh jarak yang harus ditempuh air.

Dari hasil tersebut juga menunjukkan penurunan pH terbaik yaitu setelah difiltrasi dengan menggunakan media zeolit, hal ini terjadi karena zeolit menyerap bahan-bahan yang dapat meningkatkan pH, dimana zeolit dapat melakukan pertukaran kation zeolit, menukar ion H^+ dengan kation lain dalam air,. Proses filtrasi menggunakan zeolit dapat mengurangi kadar kesadahan air, pada saat yang sama, pH air dapat menurun karena adanya proses adsorpsi dan penyerapan zat-zat yang meningkatkan pH.

Perubahan pH selama pengamatan diduga disebabkan oleh perubahan dalam kapasitas pertukaran ion zeolit seiring waktu. Penurunan pH yang paling rendah terjadi pada media karbon aktif, hal ini sesuai dengan sifat karbon aktif yang cenderung menyerap senyawa asam, meninggalkan air dengan pH yang lebih tinggi. Penurunan pH yang terjadi, meskipun kecil, diduga disebabkan oleh adsorpsi selektif senyawa basa oleh karbon aktif, pelepasan ion H^+ atau senyawa asam yang terbentuk pada permukaan karbon aktif yang berkontribusi pada penurunan pH. Sedangkan pada media kombinasi menunjukkan efektivitas penurunan pH di antara zeolit dan karbon aktif. Ini mencerminkan efek gabungan dari kedua media, di mana zeolit berkontribusi pada penurunan pH melalui pertukaran ion dan karbon aktif sedikit menetralkan efek penurunan pH dari zeolit.

Kesadahan (CaCO_3)

Pada perlakuan filtrasi media zeolit menunjukkan tingkat efektivitas penurunan kesadahan (CaCO_3) tertinggi pada hari ke-3 yaitu sebesar 31,20%. Pada perlakuan media karbon aktif menunjukkan tingkat efektivitas penurunan kesadahan (CaCO_3) tertinggi pada hari ke-3 yaitu sebesar 91,48%. Pada perlakuan media kombinasi menunjukkan tingkat efektivitas penurunan kesadahan (CaCO_3) tertinggi pada hari ke-13 yaitu sebesar 12,76%. Penurunan terbaik terjadi pada media karbon aktif. Menurut Marsen & Syafila, (2014) semakin tinggi efektivitas filtrasi seiring dengan semakin tingginya ketebalan arang aktif yang digunakan, semakin tebal arang aktif yang digunakan semakin baik pula proses filtrasi. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi ketebalan arang aktif yang digunakan, maka semakin

luas permukaan arang aktif dan semakin banyak pori-pori yang ada untuk proses penyerapan. Di ikuti penurunan terbaik kedua terjadi pada media filtrasi zeolit. Hal ini sejalan dengan penelitian Sudarni & Haderiah (2020) Pada filtrasi menggunakan media tunggal zeolit terjadi penurunan yang lebih tinggi dibandingkan dengan filtrasi menggunakan kombinasi media zeolit - karbon aktif dengan ketebalan 30 cm : 30 cm. Hal ini dikarenakan filtrasi dengan media tunggal zeolit dengan ketebalan 60 cm lebih maksimal dalam proses penyerapan dan pertukaran ion.

Pada media karbon aktif efektivitas penurunan kesadahan (CaCO_3) dalam air bersih berkurang setelah digunakan selama 14 hari secara terus menerus. Menurut (Azijah *et al.*, 2022) hal ini mungkin disebabkan karena arang aktif telah mengalami kejenuhan saat proses filtrasi masih berlangsung sehingga terdapat kandungan logam yang ikut terlarut di dalam air hasil filtrasi. Pada media kombinasi terjadi peningkatan kesadahan (CaCO_3) setelah dilakukan proses filtrasi dengan efektivitas bernilai negatif. Menurut Gemala & Ulfah (2020) hal ini disebabkan adanya pengotor yang terdapat pada zeolit sehingga menghambat adsorpsi unsur sadah oleh zeolit. Kemungkinan lainnya adalah distribusi adsorbat sebagai penyerap ke dalam partikel media filter tidak terserap secara optimal. Selain itu, ketebalan filter juga dapat menyebabkan kejenuhan karena terlalu tebal. Perubahan nilai kesadahan (CaCO_3) yang meningkat setelah difiltrasi menggunakan media kombinasi diduga karena komposisi zeolit dan karbon aktif yakni 30:30. Menurut Azijah *et al.*, (2022) diperlukan salah satu sifat dominan dari salah satu komposisi. Menurut Sudarni & Haderiah (2020) dalam filtrasi media kombinasi, media zeolit dan karbon aktif tidak dapat memaksimalkan proses pertukaran ion karena karbon aktif tidak berfungsi sebagai media penukar ion, melainkan lebih sebagai adsorben.

Penurunan tingkat kesadahan (CaCO_3) dapat dipengaruhi oleh ketebalan media filter, baik media tunggal maupun ganda. Pada media zeolit tunggal dengan ketebalan 60 cm, terjadi penurunan kesadahan (CaCO_3) yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan kombinasi media karbon aktif dan zeolit dengan ketebalan masing-masing 30:30 cm, hal ini dikarenakan proses penyerapan dan pertukaran ion Ca dan Mg dari air ke media lebih optimal. Efektivitas penurunan yang bervariasi selama periode pengamatan dikarenakan adanya potensi pelepasan kembali ion yang telah ditukar ke dalam air. Menurut penelitian Gemala & Ulfah, (2020) kemungkinan disebabkan oleh zeolit mengandung pengotor yang dapat menghalangi terjadinya adsorpsi unsur sadah dan dapat disebabkan oleh distribusi adsorbat yang masuk ke dalam partikel media filter sebagai adsorben tidak terserap secara maksimal.

Selain itu juga, ketebalan media mengalami kejenuhan karena terlalu tebal. Penelitian Putranto *et al.*, (2015) pada saat awal adsorpsi antara waktu kontak 0 menit hingga 20 menit, zeolit menunjukkan adanya peningkatan kemampuan adsorpsi yang sangat cepat. Hal ini disebabkan karena pada awal adsorpsi hingga mencapai waktu 20 menit kondisi permukaan adsorben yang masih bersih sehingga menyebabkan proses adsorpsi berlangsung sangat cepat dan selanjutnya meningkat perlahan. Proses adsorpsi setelah mencapai waktu kontak 60 menit yaitu pada waktu kontak 90 menit hingga 120 menit dari kedua zeolit tersebut sama-sama mengalami penurunan kemampuan adsorpsi yang ditandai dengan berat Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang terserap semakin sedikit pada waktu kontak 120 menit.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan penurunan derajat keasaman (pH) dan kesadahan (CaCO_3) setelah dilakukan filtrasi menggunakan zeolit dan karbon aktif. Daya tahan filtrasi media zeolit lebih efektif menurunkan pH dibandingkan media karbon aktif dan kombinasi, sedangkan dalam menurunkan kesadahan (CaCO_3) daya tahan karbon aktif lebih efektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada pemilik Sumur Gali di Desa Sumberejo Kabupaten Malang, ibu dosen pembimbing dan semua orang yang telah memberikan pemikiran serta meluangkan waktu dan tenaga dalam proses penelitian ini sehingga terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrivai, & Rayani, E. M. (2018). *Efektifitas Arang Tempurung Kelapa (Cocus Nucifera) Dalam Menurunkan Kesadahan Total Pada Air*. 18(2), 224–229.
- Ahmad, B., Hi. Umar, S., & Taufiq Y.S, M. (2023). Analisis Sistem Penyaringan Air Bersih Pada Air Sumur Warga Di Kelurahan Fitu Kota Ternate Selatan. *Journal of Science and Engineering*, 6(1), 16–21.
- Azijah, U. N., Wardani, L., & Mulyani, R. W. E. (2022). Upaya Mengurangi Kesadahan Air Recycle Limbah Tekstil Menggunakan Zeolit Dan Arang Aktif. *Texere*, 20(1), 5–18.
- Budiman, & Mentarianata, C. (2015). Efektifitas Abu Sekam Padi Sebagai Biofilter Zat Kapur (CaCO_3) pada Air Sumur Gali di Jalan Domba Kelurahan Talise. *Higiene*, 1(1), 9–13.
- Chandra, B. (2007). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC;
- Gemala, M., & Ulfah, N. (2020). Efektifitas Metode Kombinasi Pasir Zeolit dan Arang Aktif dalam Pengolahan Air Lindi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 4(2), 162–167.
- Hidayat, M., Handoko, A., Ulfah, N., Pertiwi, D. B., A, D. Y. S., Nararais, D., Khanifudin, M., & Annisa, K. R. (2019). Analisis Kualitas Air yang Mengandung Zat Kapur sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Kesehatan Masyarakat Dusun Gading. *Prosiding Konferensi Pengabdian Masyarakat*, 1, 277–279.
- Himawan, Manalu, J., & Salim, I. (2022). Pemanfaatan Biji Kelor (Moringa oleifera Lamk) dan Air Hujan untuk Pelunakan Air Sadah di Kota Jayapura. *Jurnal Kimia*, 6(1), 48–53.
- Husaini, A., Yenni, M., & Wuni, C. (2020). Efektivitas Metode Filtrasi dan Adsorpsi dalam Menurunkan Kesadahan Air Sumur di Kecamatan Kota Baru Kota Jambi. *Jurnal Formil (Forum Ilmiah) Kesmas Respati*, 5(2), 91–102.
- Ilyas, I., Tan, V., & Kaleka, M. (2021). Penjernihan Air Metode Filtrasi untuk Meningkatkan Kesehatan Masyarakat RT Pu'uzeze Kelurahan Rukun Lima Nusa Tenggara Timur. *Warta Pengabdian*, 15(1), 46.
- Ishak, I., Jura, M. R., Said, I., & Pulukadang, S. H. V. (2022). Tingkat Kesadahan dan Uji Derajat Keasaman (pH) pada Air Tanah di Desa Mapane Tambu Kecamatan Balaesang Kabupaten Donggala. *Media Eksakta*, 18(2), 102–107.
- Khoiriah, M., Stighfarrinata, R., & Bojonegoro, U. (2023). Penurunan Kadar Ph Dengan Metode Filtrasi Menggunakan Media Pasir Dan Tanah Liat Pada Water Treatment Plant Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia (PPSDM MIGAS) Cepu. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Sistem Industri (JTMSI)*, 2(1), 2023.
- Nasution, N., Daulay, A. H., & Sitorus, P. R. A. (2022). Penerapan Filter Air Berbasis Zeolit Dan Pasir Silika Dengan Penambahan Karbon Aktif Biji Salak Untuk Meningkatkan Kualitas Air Sumur Gali. *EINSTEIN*, 10(1), 48.
- Putranto, V., Kusumastuti, E., & Jumaeri. (2015). Pemanfaatan Zeolit Dari Abu Sekam Padi Dengan Aktivasi Asam Untuk Penurunan Kesadahan Air. *Jurnal MIPA*, 38(2), 150–159.
- Rasman, & Saleh, M. (2016). *Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Sistem Aerasi dan Filtrasi Pada Air Sumur Gali (Eksperimen)*. 2(3), 160–167.
- Sudarni, S., & Haderiah, H. (2020). Aktivasi Zeolit Dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kesadahan Air Di Kampung Sapiriakota Makassar. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 20(1), 19.