

Perbedaan Penurunan Kesadahan dengan Penyaringan Tipe A dan Tipe B

Agung Kurniawan*, Haryono*, Tuntas Bagyono*

* Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl. Tatabumi 3, Banyuraden, Gamping, Sleman, DIY 55293
email: masagungkesling@gmail.com

Abstract

Jalakan Village in Pandak District, Kabupaten Bantul has the characteristics of limestone hills. The source of clean water of the residents contained levels of hardness of 391 mg/l CaCO₃. The study was aimed to decrease the water hardness by implementing two types of filtration, by conducting a quasi experiment with pre-test post-test design. As the study object was local water company (PAM-Des) distribution in one of the consumer's house. The distribution water was filtered using Type A filter (5 cm activated carbon, 14,5 cm cation resin) and Type B (5 cm activated carbon, 9,5 cm zeolite, 5 cm cation resin). The flow of water debit into the filter housing is 500 ml/minute, with 82,44 seconds contact time, and filtration capacity as much as 720 l/day. The Type A filter can reduce hardness level 72,93 %, higher than that of Type B which was 67,58 %. Data analysis with independent sample t-test obtained p-value of 0,013, which means that the different decrease is significant.

Keywords: *filtration, wate hardness, resin, zeolite, activated carbon*

Intisari

Dusun Jalakan di Kecamatan Pandak, Kabupaten Bantul, merupakan perbukitan kapur. Sumber air bersih warga mengandung kadar kesadahan sebesar 391 mg/l CaCO₃. Penelitian ini bertujuan menurunkan kesadahan tersebut dengan mengaplikasikan dua tipe penyaringan, dengan melakukan penelitian quasi eksperimen dengan pre-test post-test design. Objek penelitian adalah distribusi PAM-Des pada salah satu rumah konsumen. Air distribusi PAM-Des disaring menggunakan penyaring Tipe A (karbon aktif 5 cm, resin kation 14,5 cm) dan Tipe B (karbon aktif 5 cm, zeolite 9,5 cm, resin kation 5 cm). Debit aliran air masuk ke dalam housing filter sebesar 500 ml/menit, dengan waktu kontak 82,44 detik, dan kapasitas penyaringan 720 l/hari. Penyaring Tipe A mampu menurunkan kadar kesadahan sebesar 72,93 %, atau lebih tinggi dibanding Tipe B yang sebesar 67,58 %. Hasil analisis data dengan independent samples t-test, diperoleh p-value 0,013, yang menunjukkan adanya perbedaan penurunan kesadahan yang signifikan antara penyaringan dengan Tipe A dan Tipe B.

Kata Kunci: *penyaringan, kesadahaan, resin, zeolite, karbon aktif*

PENDAHULUAN

Keberadaan air menopang keberlangsungan kehidupan di bumi. Ketersediaan air yang memadai, baik dari segi kuantitas dan kualitas adalah mutlak bagi terselenggaranya kesehatan yang baik ¹⁾. Menurut *World Health Organization* (WHO) dalam naskah *Hardness in Drinking Water* edisi ke-4 tahun 2011, air dengan kadar kapur lebih dari 180 mg/l adalah air yang sangat keras (sadah), dan pada rentang 60-120 mg/l, masuk kategori cukup sadah ²⁾.

Mengonsumsi air minum sehari-hari dengan kadar kesadahan lebih dari 300 mg/l akan menimbulkan gangguan pada fungsi organ ginjal ³⁾. Selain itu, air sa-

dah dapat meningkatkan konsumsi sabun dan memunculkan kerak pada peralatan memasak rumah tangga ⁴⁾.

Berdasarkan data sekunder dari Puskesmas Pandak II, diketahui terjadi kasus gagal ginjal kronis sejumlah 19 jiwa sepanjang tahun 2019 di wilayah kerja puskesmas tersebut. Dari kasus tersebut, beberapa dusun yang dekat dengan lokasi penelitian memiliki karakteristik wilayah yang sama, yaitu perbukitan kapur.

Hasil studi pendahuluan yang bertempat di rumah Bapak A, di Dusun Jalakan, Kecamatan Pandak, Kabupaten Bantul, diperoleh kadar kesadahan air pada sambungan distribusi PAM-Des sebesar 391 mg/l.

Berdasarkan hal tersebut, peneliti mencoba mengaplikasikan penyaringan air dengan dua variasi tipe penyaringan yaitu tipe A dan tipe B. Komponen tipe A terdiri dari 14,5 cm resin kation, dan 5 cm karbon aktif, sementara komponen tipe B terdiri dari 9,5 cm zeolite, 5 cm karbon aktif, dan 5 cm resin kation.

METODA

Jenis penelitian ini adalah kuasi eksperimen dengan desain penelitian *pre-test post-test design*. Alat yang digunakan berupa *housing filter* dan *cartridge* ukuran 10 inch. Selain itu, bahan yang digunakan berupa media penyaringan yang meliputi resin kation, zeolite, dan karbon aktif.

Data penelitian dikumpulkan dengan instrumen *dummy table*. Metode pengumpulan data menggunakan rumus Frederer, dan diperoleh jumlah ulangan sebanyak 17 kali pada masing-masing tipe penyaringan baik *pre-test* maupun *post-test*. Debit penyaringan ditetapkan sebesar 500 ml/menit, dengan waktu kontak 82,44 detik, dan kapasitas penyaringan 720 l/hari. Sampel diperiksa menggunakan metode titrimetri di Laboratorium Kimia Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

Analisis data dilakukan secara deskriptif dan inferensial. Uji inferensial menggunakan SPSS versi 17, meliputi uji normalitas dan homogenitas data, dan uji independent sample t-test, pada derajat kepercayaan 95 %.

HASIL

Penyaring Tipe A

Aplikasi penyaring Tipe A berisi media karbon aktif, dan resin kation dengan debit penyaringan sebesar 500 ml/menit, dengan ulangan sebanyak 17 kali. Di setiap ulangan media tersebut diganti dengan yang baru.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa penyaring Tipe A mampu menurunkan kadar kesadahan dengan rata-rata sebesar 306,11 mg/l; atau persentase penurunan yang terjadi sebesar 72,93 %.

Tabel 1.
Kadar kesadahan penyaring Tipe A

Ulangan	Kadar kesadahan		Selisih penurunan (mg/l)	Penurunan (%)
	Pre-test	Post-test		
1	425	120	305	71,76
2	411	105	306	74,45
3	379	109	270	71,24
4	327	127	200	61,16
5	444	127	317	71,39
6	429	112	317	73,89
7	440	101	339	77,04
8	404	98	306	75,74
9	414	134	280	67,63
10	433	112	321	74,13
11	411	116	295	71,77
12	451	105	346	76,71
13	465	120	345	74,19
14	429	112	317	73,89
15	433	123	310	71,59
16	422	98	324	76,77
17	418	112	306	73,20
Σ	7135	1931	5204	72,93
X	419,70	113,58	306,11	72,93

Penyaring Tipe B

Aplikasi penyaring Tipe B berisi media zeolite, karbon aktif, dan resin kation. Debit penyaringan sama dengan Tipe A sebesar 500 ml/menit, juga dengan ulangan sebanyak 17 kali, dan di setiap ulangan media-media tersebut diganti dengan yang baru.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa penyaring Tipe B mampu menurunkan kadar kesadahan dengan rata-rata sebesar 279,64 mg/l; atau persentase penurunan yang terjadi sebesar 67,58 %.

Data hasil pemeriksaan laboratorium tersebut selanjutnya diuji secara statistik menggunakan SPSS versi 17. Untuk uji normalitas, nilai p yang diperoleh (0,512 dan 0,203) menunjukkan bahwa data memenuhi asumsi distribusi normal, dan nilai p pada uji homogenitas

sebesar 0,647 menunjukkan bahwa data dapat diuji secara parametrik dengan *independent sample t-test*; dan diperoleh nilai p sebesar 0,013; yang dapat disimpulkan bahwa perbedaan penurunan kesadahan yang dihasilkan oleh penyaring Tipe A dan Tipe B adalah signifikan.

Tabel 1.
Kadar kesadahan penyaring Tipe A

Ulangan	Kadar kesadahan		Selisih penurunan (mg/l)	Penurunan (%)
	Pre-test	Post-test		
1	414	123	291	70,28
2	414	127	287	69,32
3	411	131	280	68,12
4	393	131	262	66,66
5	451	131	320	70,95
6	407	134	273	67,07
7	385	145	240	62,33
8	425	138	287	67,52
9	436	127	309	70,87
10	411	120	291	70,80
11	396	152	244	61,61
12	422	135	287	68,00
13	400	123	277	69,25
14	389	149	240	61,69
15	444	131	313	70,49
16	422	138	284	67,29
17	414	145	269	64,97
Σ	7034	2280	4754	67,58
X	413,76	134,11	279,64	67,58

PEMBAHASAN

Pengolahan air bersih yang bersumber pada sumur gali ataupun distribusi PAM-Des di Dusun Jalakan, utamanya dalam hal mengatasi kesadahan, adalah dengan cara perebusan dan pengendapan. Cara ini tidak efektif, sehingga pada banyak perkakas yang digunakan untuk merebus air memiliki kerak kapur yang tebal. Namun demikian, masyarakat telah terbiasa dengan kon-

disi ini dan menganggapnya sebagai hal biasa.

Data epidemiologi di Puskesmas Pandak II pada tahun 2019, menunjukkan ada kasus-kasus gagal ginjal kronis pada penduduk di Dusun Jalakan. Dengan karakteristik wilayah yang sama, yaitu perbukitan kapur, dapat menjadi faktor risiko dari kasus tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya upaya pemecahan masalah secara lebih lanjut melalui kegiatan penelitian.

Penelitian ini menggunakan metode pengolahan air dengan cara filtrasi atau penyaringan pertukaran ion. Tujuannya adalah memisahkan komponen padatan air berupa suspensi atau koloid, serta mengurangi bakteri, bau, rasa, besi, mangan, dan kimiawi air lainnya. Sehingga, proses ini merupakan kombinasi antara fisis (filtrasi, sedimentasi, dan adsorpsi), biokimia, dan biologis.

Instrumen penelitian berupa tabung *housing* filter dan *cartridge* berukuran 10 inch. Bahan penukar ion yang digunakan yaitu resin kation dan zeolite. Media tambahan bersifat absorben yaitu karbon aktif. Media ini disusun menjadi 2 variasi tipe penyaringan (A dan B).

Penyaring Tipe A berisi media karbon aktif dengan ketebalan 5 cm dan resin kation dengan ketebalan 14,5 cm. Adapun penyaring tipe B berisi media karbon aktif dengan ketebalan 5 cm, zeolite dengan ketebalan 9,5 cm, dan resin kation dengan ketebalan 5 cm.

Debit aliran penyaringan ditetapkan sebesar 500 ml/menit, sehingga dalam 24 jam alat mampu memproduksi air bersih sebanyak 720 liter. Hal ini cukup untuk memenuhi kebutuhan lima orang anggota keluarga, dengan asumsi tiap orang mendapat 144 liter per hari.

Agar memperoleh kesimpulan penelitian yang meyakinkan, pada masing-masing perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 17 kali (masing-masing untuk *pre-test* dan *post-test*). Pada setiap kali ulangan dilakukan pergantian media, agar kemampuan pertukaran ion tidak menurun.

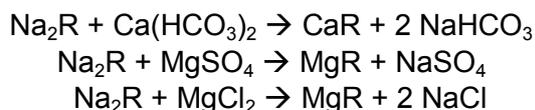
Total sampel yang diperiksa sebanyak 68 sampel, dengan rincian 17 sampel *pre-test* tipe A, dan 17 sampel *pre-*

test tipe B, dan 17 sampel *post-test* Tipe A, 17 sampel *post-test* Tipe B. Sampel selanjutnya diperiksa di Laboratorium Kimia Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

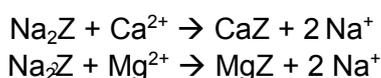
Kesadahan adalah air yang di dalamnya mengandung ion kalsium- magnesium dalam bentuk garam karbonat-bikarbonat, atau sulfat dalam jumlah berlebihan⁵⁾. Dusun Jalakan merupakan wilayah berbukit dengan pegunungan kapur, sehingga air tanah mengalami kontak dengan batuan kapur sebagai penyebab air mengandung kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) atau disebut sadah.

Mengonsumsi air minum sehari-hari dengan kadar kesadahan lebih dari 300 mg/l akan menimbulkan gangguan fungsi organ ginjal³⁾. Selain itu, air minum yang memiliki kadar kalsium (Ca) di bawah 75 mg/l berpotensi menyebabkan tulang rapuh, sedangkan bila kadarnya di atas 200 mg/l dapat menyumbat jaringan perpipaan⁶⁾.

Resin kation mengandung ion positif Na^+ yang pada saat kontak dengan air sadah akan terjadi pertukaran antara Na^+ dan Ca^+/Mg^+ ion pembentuk kesadahan⁷⁾. Apabila resin telah mengandung banyak ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} , proses pertukaran ion akan berhenti (jenuh). Oleh karena itu, perlu dilakukan proses reaktivasi⁸⁾. Reaksi pelunakan air sadah dengan resin kation sebagai berikut:



Zeolite mengandung ion Na^+ , sehingga cara kerja media ini sama dengan resin kation. Proses pertukaran ion yang berlangsung lama, akan mengakibatkan zeolite menjadi jenuh. Oleh sebab itu perlu dilakukan reaktivasi⁹⁾. Reaksi pelunakan air sadah dengan zeolite adalah sebagai berikut:



Karbon aktif bersifat absorben (penyerap), bau, warna, rasa atau penye-

gar air¹⁰⁾. Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium, diketahui bahwa persentase penurunan kesadahan penyaring Tipe A yaitu 72,93 %, sedangkan penyaring Tipe B yaitu 67,58 %. Hasil penelitian ini, bila dibandingkan dengan acuan dari McGowan tahun 2000 dalam *Hardness in Drinking Water - WHO*²⁾, penyaring Tipe A telah menghasilkan air yang aman untuk dikonsumsi, dan sebaliknya penyaring Tipe B belum bisa dikatakan air aman konsumsi. Hasil analisis statistik juga menguatkan bahwa ada perbedaan penurunan kesadahan yang signifikan atau bermakna antara yang dihasilkan oleh penyaring Tipe A dan Tipe B.

Penyaring tipe A efektif dalam proses penyaringan karena resin kation lebih cepat melakukan pertukaran ion dibandingkan media lainnya seperti zeolite alam, dan memiliki kapasitas pertukaran yang tinggi.¹¹⁾

Selanjutnya, hal lain yang mempengaruhi perbedaan penurunan kesadahan yaitu debit aliran yang ditetapkan oleh peneliti. Debit aliran dalam proses penyaringan yaitu 500 ml/menit. Selain itu, peneliti hanya menggunakan media penyaring siap pakai dan tidak melakukan pengayakan. Sehingga untuk lebih mudah memahami tentang waktu kontak filtrasi, debit aliran diatur pada saat proses penyaringan berlangsung.

Artinya, media penyaring (*cartridge*) sudah terpasang pada *housing filter*, lalu pada saat air hasil saringan keluar dari keran *outlet*, proses mencari debit dimulai sampai tepat 500 ml/menit dan dilakukan *sampling*. Untuk itu, hambatan aliran yang terjadi akibat kontak dengan media penyaring di dalam bejana semestinya tidak menjadi permasalahan berarti. Secara perhitungan matematis waktu kontak pada penelitian ini yaitu 82,44 detik.

Pada pelaksanaan penelitian ini, beberapa kemudahan peneliti. Di antaranya adalah proses perizinan lokasi, alat dan bahan yang murah, dan pengalaman pada mata kuliah yang terkait. Adapun faktor penghambat yang ditemui adalah bahwa penelitian ini sangat tergantung dengan musim.

KESIMPULAN

Penyaring Tipe A mampu menurunkan kadar kesadahan dengan rata-rata 72,93 %; dan lebih tinggi dibandingkan yang dihasilkan oleh penyaring Tipe B yang hanya sebesar 67,58 %. Perbedaan penurunan kesadahan antara penyaringan Tipe A dan Tipe B tersebut signifikan (p -value: 0,013).

SARAN

Penyaring Tipe A dengan debit penyaringan 500 ml/menit, terbukti efektif dalam menurunkan kesadahan air, sehingga dapat digunakan sebagai contoh bagi penduduk Dusun Jalakan apabila ingin memasang di rumah masing-masing.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk dapat mengkaji lama pemakaian penyaringan, baik Tipe A maupun Tipe B, sampai batas jenuh atau menurunkan debit penyaringan untuk menambah kemampuan alat di dalam menurunkan kadar kesadahan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asmadi, Khayan, and Kasjono H., 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta.
2. World Health Organization 2011. *Hardness in Drinking Water* Fourth Edition.
3. Chandra, B., 2007. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Jakarta. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
4. Fitriana, D., 2018. *Perbedaan Asal Media Penukar Ion untuk Menurunkan Kesadahan Air Sumur Gali*, Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
5. Handoyo, K. 2014. *Khasiat dan Keajaiban Air Putih*, Jakarta Timur, Dunia Sehat.
6. Sutrisno, C., 2006. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Jakarta. PT Rineka Cipta.
7. Budiyo dan Siswo, 2013. *Teknik Pengolahan Air*, Yogyakarta, Graha Ilmu.
8. Said, N., 2008. *Teknologi Pengolahan Air Minum Teori dan Pengalaman Praktis*, BPPT.
9. Marsidi, R., 2001. *Zeolite untuk Mengurangi Kesadahan Air*, Jurnal Teknologi Lingkungan, BPPT.
10. Margono, 2010. *Buku Saku Pekerja Lapangan*, Surabaya Kridha Nirmla, Poltekkes Kemenkes Surabaya.
11. Partuti, T., 2014. *Efektifitas Resin Penukar Kation untuk Menurunkan Total Dissolved Solid (TDS) dalam Limbah Air Terproduksi Industri Migas*, Untirta.