

## Serbuk Marmer Sebagai Adsorben untuk Penurunan Mn dan Fe pada Air

**Marlik**

Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya;  
marlik@poltekkesdepkes-sby.ac.id (koresponden)

**Bella Dwi Septiana**

Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya

**Ferry Kriswandana**

Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya

### ABSTRACT

*The content of Mn and Fe in water can reduce water quality and interfere with health. In general, water from dug wells contains quite large amounts of Mn and Fe and has an impact on health. Marble powder as an adsorbent can improve water quality through the filtration process. This study aims to reduce the Mn and Fe content of well water with marble powder as an adsorption medium. The design of this study was a pretest-posttest with control group, which was to compare the decrease in the levels of Mn and Fe before and after being filtered with marble powder as an adsorbent. The measurement results were analyzed using paired sample t-test. The average percentage reduction in the Mn and Fe content of well water before and after filtration was 83% (0.83mg/l) and 98.5% (4.054mg/l). The p value of the data analysis results was <0.05. It was concluded that marble powder can reduce the Mn and Fe content of well water and can be used by the community in the well water filtration process.*

**Keywords:** well water; Mn, Fe, filtration; marble powder

### ABSTRAK

Kandungan Mn dan Fe dalam air bisa menurunkan kualitas air dan mengganggu kesehatan. Pada umumnya, air yang berasal dari sumur gali mengandung Mn dan Fe cukup besar dan berdampak pada kesehatan. Serbuk marmer sebagai adsorben dapat meningkatkan kualitas air melalui proses filtrasi. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kandungan Mn dan Fe air sumur dengan serbuk marmer sebagai media adsorpsi. Rancangan penelitian ini adalah pretest-posttest with control group, yaitu membandingkan penurunan kadar Mn dan Fe sebelum dan sesudah disaring dengan serbuk marmer sebagai adsorben. Hasil pengukuran dianalisis menggunakan *paired sample t-test*. Rerata persentase penurunan kandungan Mn dan Fe air sumur sebelum dan sesudah filtrasi adalah 83% (0,83mg/l) dan 98,5% (4.054mg/l). Nilai p hasil analisis data adalah <0,05. Disimpulkan bahwa serbuk marmer dapat menurunkan kandungan Mn dan Fe air sumur dan bisa dipakai masyarakat dalam proses filtrasi air sumur.

**Kata kunci:** air sumur; Mn, Fe, filtrasi; serbuk marmer

### PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar bagi manusia. Air harus tersedia dalam kuantitas cukup. Tatanan dan keseimbangan air di alam telah berubah akibat peningkatan dan pertambahan penduduk. Sumber daya alam air sangat dibutuhkan untuk kehidupan makhluk hidup. Berat badan manusia sekitar 70-80% adalah air yang digunakan untuk kelangsungan hidup. Senyawa lain tidak bisa menggantikan air bagi kehidupan <sup>(1)</sup>.

Kualitas air harus meliputi empat parameter persyaratan yaitu fisik, kimia, biologi dan radioaktif. Sumber air bersih adalah air hujan, air tanah dan air permukaan. Pada umumnya kebutuhan air rumah tangga berasal dari sumur pompa (24,1%), PDAM (19,7%) dan sumur gali terlindung (29,2%).

Air yang bersumber dari tanah lebih banyak dimanfaatkan oleh manusia sebagai sumber air bersih misalnya melalui proses pengeboran maupun diperoleh dalam bentuk sumur yang dibuat secara alami. Air tanah sangat mendukung ketersediaan dan penyimpanan air di bumi. Kualitas air yang kurang memenuhi syarat sebagai air bersih harus tetap dijaga agar tidak tercemar dan dapat dimanfaatkan <sup>(2)</sup>. Air yang mengandung logam-logam yang dalam jangka panjang bersifat toksik dan pengendapan di ginjal antara lain penyakit korosi gigi, anemik, kerusakan ginjal dan keropos tulang <sup>(3)</sup>.

Air minum kualitasnya dapat ditingkatkan terutama air permukaan. Usaha - usaha teknis dalam pengolahan dilakukan agar sifat-sifat suatu zat bisa berubah, karena dengan pengolahan, akan didapatkan air yang memenuhi standar <sup>(4)</sup>. Umumnya air tanah mengandung Mn dan Fe, dengan ditandai adanya perubahan fisik berupa air berubah warna menjadi coklat-kuning setelah oksidasi. Air yang kontak dengan udara menandakan kandungan Mn dan Fe <sup>(5)</sup>. Khimayah mengatakan bahwa cara yang paling sering digunakan untuk menurunkan kandungan Fe adalah filtrasi. Filtrasi dapat mengurangi kekeruhan dan menurunkan kandungan kation yang larut, antara lain

Mn dan Fe. Media yang sering dipakai zeolit, ijuk, pasir dan arang tempurung kelapa <sup>(6)</sup>. Media serbuk marmer yang mirip dengan butiran pasir dapat digunakan sebagai filtrasi air bersih <sup>(7)</sup>.

Filtrasi secara kimia, biologi, fisik dapat menyaring / memisahkan partikel tidak terendapkan pada proses sedimentasi media berpori. Filter serbuk marmer berguna pada proses adsorpsi yaitu melekatnya molekul dan partikel ion atom pada permukaan zat lain. Partikel yang lebih ringan dapat ditarik dengan kekuatan partikel koloid, dan apabila partikel menempel dipertahankan pada permukaannya <sup>(8)</sup>.

Salah satu material bangunan digunakan sebagai menutup lantai adalah marmer. Salah satu limbah yang dihasilkan oleh pabrik marmer berupa pecahan dengan ukuran yang bervariasi. Limbah yang dihasilkan akan selalu bertambah dan tentunya mengganggu estetika keindahan lingkungan dan membuat lingkungan kurang nyaman untuk ditinggali apabila limbah tersebut menumpuk di sekitaran pabrik dan tidak dimanfaatkan dengan baik. kandungan kalsium karbonat secara fisik memiliki pori-pori yang mempunyai kemampuan untuk menyerap zat lain ke dalam pori-pori <sup>(9)</sup>. Maharani mengatakan filtrasi serpihan batu marmer dengan diameter <1mm dan f ≥ 1mm. Pada ukuran serpihan marmer <1 mm mendapatkan hasil terjadi penurunan Fe sebesar sebesar 0,067mg/l, 0,08mg/l menjadi 0,06mg/l. Pada ukuran serpihan marmer dengan diameter ≥1mm mendapatkan hasil terjadi penurunan kadar besi sebesar 0,077mg/l, 0,07mg/l menjadi 0,05mg/l. Dari hasil penelitian tersebut maka peneliti menggunakan ukuran serpihan marmer <1 mm atau berukuran 20 Mesh, karena penurunan lebih efektif terjadi pada serpihan marmer yang berukuran <1 mm <sup>(10)</sup>.

Tujuan Penelitian ini adalah untuk menurunkan kandungan Mn (mangan) dan Fe (besi) air sumur dengan media adsorpsi serbuk marmer.

## METODE

Desain penelitian ini adalah *pretest-posttest with control grup* yaitu membandingkan penurunan kandungan Mn dan Fe sebelum sesudah filtrasi menggunakan serbuk marmer. Data diperoleh dari pemeriksaan laboratorium kandungan Mn dan Fe sebelum dan sesudah filtrasi menggunakan serbuk marmer. Obyek penelitian adalah air sumur dengan 8 kali replikasi. Tata cara pengambilan air sumur dimulai dari menyiapkan peralatan sampling, kemudian memasang selang kran air, setelah itu buka kran air dan biarkan air mengalir 1 – 2 menit, lalu masukkan sampel air ke jerigen dan siap diperiksa di laboratorium.

Tata cara pembuatan serbuk marmer dimulai dari menyiapkan alat dan bahan, kemudian saring serbuk marmer menggunakan ayakan berukuran 20 mesh, dan serbuk siap digunakan. Prosedur pembuatan filter menyiapkan alat dan bahan, memotong pipa berukuran 4 inchi dan tinggi 130 cm, menambahkan kran pada bagian bawah pipa, salah satu tutup PVC dibuat lubang dengan diameter 3/4, bagian bawah pipa PVC dilubangi dengan diameter 3/4, pasang *outer drat sock* dan *inner sock*, setelah memasang lubang dan *bottom sieve* pada pipa filter, dilanjutkan dengan pemasangan *bottom dop*, dan dilanjutkan dengan pemasangan kran pengatur *inflow* dan *outflow*, setelah itu masukkan kerikil dengan ketebalan 10 cm, ijuk dengan ketebalan 10 cm, serbuk marmer ketebalan 90 cm, dan terakhir masukkan palm lagi setebal 10 cm, maka pemasangan dop atas dilengkapi saringan dan tabung reaktor siap digunakan untuk proses filtrasi.

Hasil pengukuran selanjutnya disajikan secara deskriptif, dilanjutkan dengan analisis statistik menggunakan *paired sample t-test*.

## HASIL

Rerata persentase penurunan kandungan Fe pada air sumur adalah 98,5% (4,054 mg/l), sedangkan Mn adalah 83% (0,83 mg/l).

Tabel 1. Hasil pemeriksaan Fe pada air sumur

Replikasi	Fe (mg/l)		Penurunan (mg/l)	Persentase (%)
	Sebelum	Sesudah		
1	4,1	0,083	4,017	97%
2	4,1	0,075	4,025	98%
3	4,1	0,060	4,040	98,5%
4	4,1	0,080	4,020	98%
5	4,1	0,050	4,050	98,7%
6	4,1	0,020	4,080	99,5%
7	4,1	0,000	4,100	100%
8	4,1	0,000	4,100	100%
Rerata	4,1	0,046	4,054	98,5%

Berdasarkan hasil analisis statistik didapatkan nilai p <0,05, sehingga disimpulkan bahwa ada perbedaan kadar Mn dan Fe antara sebelum dan sesudah filtrasi menggunakan serbuk marmer.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan Mn pada air sumur

Perlakuan	Mn (mg/l)		Penurunan (mg/l)	Persentase (%)
	Sebelum	Sesudah		
1	1,0	0,430	0,570	57%
2	1,0	0,380	0,620	62%
3	1,0	0,200	0,800	80%
4	1,0	0,100	0,900	90%
5	1,0	0,090	0,910	91%
6	1,0	0,120	0,880	88%
7	1,0	0,040	0,960	96%
8	1,0	0,00	1,00	100%
Rata-rata	1,0	0,170	0,83	83%

## PEMBAHASAN

Fe sebelum filtrasi menggunakan serbuk marmer adalah 4,1 mg/l dan setelah filtrasi menggunakan dapat menurunkan sebesar 98,5%. Mn sebelum filtrasi sebesar 1 mg/ dan dapat menurunkan sebesar 83%. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan kadar besi terjadi karena penyaringan menggunakan serbuk marmer.

Pengurangan kadar besi dengan cara filtrasi menggunakan adsorben serbuk marmer dimana telah terjadi penyerapan bahan pencemar pada air sumur gali. Adsorben serbuk marmer merupakan padatan yang mempunyai pori terdiri dari  $\text{CaCO}_3$  (kalsium karbonat) yaitu 2,73% dan masing-masing berhubungan secara kovalen <sup>(11)</sup>.

Berdasarkan data uji laboratorium pada penelitian yang telah diberikan, dapat diketahui bahwa serbuk marmer dapat menurunkan Fe dan Mn. Razali mengatakan bahwa serbuk marmer mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yaitu 2,73%. Umumnya  $\text{CaCO}_3$  mempunyai warna putih dan ditemukan pada batuan seperti batugamping, marmer, dan kalsit.  $\text{CaCO}_3$  terdiri dari unsur yaitu Oksigen, karbon dan kalsium. Tiga oksigen akan mengikat secara kuat setiap unsur karbon, dan lebih longgar ikatannya dibandingkan ikatan antara karbon dan kalsium dalam satu senyawa <sup>(12)</sup>. Nur Laili mengatakan secara fisik kandungan  $\text{CaCO}_3$  memiliki pori - pori yang mampu untuk mengadsorpsi zat lain ke dalam pori-pori <sup>(13)</sup>.

Proses filtrasi dalam menurunkan Mn dan Fe dalam air yaitu Mn dan Fe yang ada dalam air baku dialirkan ke filter mengandung  $\text{MnO}_2 \cdot \text{nH}_2\text{O}$ . Selama aliran melewati medium Mn dan Fe mengalami oksidasi menjadi  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  dan  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  oksigen terlarut dalam air. Reaksi penghilangan Fe merupakan reaksi katalik dan  $\text{MnO}_2$  sebagai katalis. Reaksi penghilangan Mn adalah reaksi  $\text{Mn}_2$  dengan mangandioksida hidrat. Kandungan Mn dalam air besar maka mangandioksida hidrat dalam filter berjalan dan senyawa  $\text{Mn}_2$  terbentuk.

Febrina mengatakan untuk menurunkan Mn dan Fe dengan menggunakan filtrasi. Proses filtrasi mengalirkan air melalui filtrasi yaitu adsorben serbuk marmer <sup>(14)</sup>. Adsorben bubuk marmer digunakan untuk menghilangkan bahan terlarut dan tidak larut dengan ukuran 20 mesh. Adsorpsi adalah fenomena yang erat dengan permukaan di mana interaksi antara molukel padat dan cair atau gas terlibat. Adanya gaya tarik atom atau molekul akan menutupi permukaan <sup>(15)</sup>.

Beberapa faktor lain yang mempengaruhi adalah ketebalan filter serbuk marmer. Merujuk pada penelitian<sup>3</sup> bahwa ketebalan adsorben efektif pada umumnya sekitar 80-120 cm. Ketebalan filter dengan susunan dari atas yaitu ketebalan 10 cm. dari ijuk, 90 cm serbuk kelereng, 10 cm ijuk, dan akhirnya bagian bawahnya adalah 10 cm kerikil. Ketebalan adsorben serbuk marmer berpengaruh terhadap penurunan kadar Fe dan Mn yang teradsorpsi dengan serbuk marmer, dan lama waktu yang digunakan untuk proses filtrasi juga berpengaruh terhadap penurunan Mn dan Fe <sup>(16)</sup>.

Berdasarkan *paired sample t-test* terdapat penurunan yang signifikan pada Mn dan Fe pada air dengan filtrasi limbah marmer. Serbuk marmer merupakan salah satu adsorben dalam menurunkan kadar Mn dan Fe karena mengandung kalsium karbonat yang secara fisik mempunyai pori-pori yang mempunyai kemampuan untuk mengadsorpsi atau menjerat zat-zat lain ke dalam pori-pori. Serbuk marmer efektif jika pada proses filtrasi dapat membantu memisahkan atau mengurangi kandungan mangan dan besi sampai pada tingkat yang dapat ditoleransi atau sesuai dengan baku mutu. Hal ini berbeda dengan penelitian tahun 2005, proses terjadinya penurunan Mn dan Fe dalam air karena filtrasi dengan menggunakan kombinasi media pasir zeolit, dimana hasil uji statistik menyatakan bahwa tidak ada perbedaan efektivitas kombinasi media pasir zeolit terhadap penurunan kadar Fe, hal ini disebabkan oleh diameter butiran dalam penelitian ini 1,0-0,5 mm, diameter ini termasuk ukuran kasar sehingga apabila menggunakan media yang lebih halus kemungkinan dapat menurunkan kadar Fe lebih baik. Semakin halus butiran yang digunakan sebagai media penyaring, maka semakin baik pula air yang akan dihasilkan <sup>(17)</sup>. Kelemahan penelitian ini hanya menggunakan waktu waktu 24 jam saja. Saran untuk peneliti lain agar dapat memodifikasi alat agar lebih baik, serta meninjau ulang dari variasi waktunya, faktor yang menjadi pengaruh debit alirannya, dan untuk melihat waktu jenuh adsorbennya serta waktu kontak dibuat bervariasi <sup>(18)</sup>.

## KESIMPULAN

Serbuk marmer dapat dipakai sebagai filtrasi air sumur dalam menurunkan kandungan besi dan Mangan. Masyarakat dapat memanfaatkan limbah serbuk marmer sebagai adsorben dalam menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air sumur gali sebelum digunakan untuk kehidupan sehari-hari.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Warsyidah AA, Syarif J, Abdullah C. Analisis Kadar Mangan (Mn) Pada Air Alkali Dengan Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). *J Media Laboran*. 2019;9(1).
2. Sunarsih E, Faisya AF, Windusari Y, Trisnaini I, Arista D, Septiawati D, et al. Analisis Paparan Kadmium, Besi, Dan Mangan Pada Air Terhadap Gangguan Kulit Pada Masyarakat Desa Ibul Besar Kecamatan Indralaya Selatan Kabupaten Ogan Ilir. *J Kesehat Lingkung Indones*. 2018;17(2).
3. Khimayah. Variasi Diameter Zeolit Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali (Studi Kasus Pada Sumur Gali Desa Lodoyong Kecamatan Ambarawa Kabupaten Semarang). *Kemamp Koneksi Mat (Tinjauan Terhadap Pendekatan Pembelajaran Savi)*. 2019;53(9):1689–99.
4. Galih Hersandya Yudha, Sigit Gunawan THW. Efektivitas Pengolahan Air Limbah Di Rumah Sakit Umum Muslimat Kabupaten Ponorogo Tahun 2015. *Gema Kesehat Lingkung*. 2016;14(1).
5. Dzurrotul Ainiyah S, Lestari I, Andini A, Studi D-IV Analisis Kesehatan P, Kesehatan F, Nahdlatul Ulama Surabaya U, et al. Hubungan antara Kadar Besi (Fe) Air Tambak terhadap Kadar Besi (Fe) pada Daging Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Kecamatan Jabon Sidoarjo. *J SainHealth*. 2018;2(2):21–8.
6. Khimayah. Variasi Diameter Zeolit Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali. *J Kesehat Masy*. 2015;3(1).
7. Dreamy O. Penetapan Kadar Logan Besi ( Fe ) dan Mangan ( Mn ) dalam Air Sumber Tanah Bor dan Air dalam Tangki DMI ( De Manganese Iron ) dengan Metode Spektrofotometri di PT . Tirta Sukses. 2017.
8. Maharani NE, Wartini W. Efektivitas Filter Serpihan Marmer Terhadap Penurunan Kadar Besi, Mangan dan Magnesium pada Air Sumur Gali. *J Kesehat*. 2017;10(1):1.
9. Galih Hersandya Yudha, Sigit Gunawan THW. Efektivitas Pengolahan Air Limbah Di Rumah Sakit Umum Muslimat Kabupaten Ponorogo Tahun 2015 (Penurunan kadar COD, Amoniak, TSS, Phosphat, Dan pH). 2016;14(1):48–52.
10. Maharani NE, Wartini W. Efektivitas Filter Serpihan Marmer Terhadap Penurunan Kadar Besi, Mangan dan Magnesium pada Air Sumur Gali. *J Kesehat*. 2017;10(1).
11. Pancawati L. Preparasi Dan Karakterisasi Limbah Biomaterial Cangkang Keong Mas (*Pomacea canaliculata* Lamarck) Dari Daerah Pringsewu Sebagai Bahan Dasar Biokeramik. *Acta Univ Agric Silv Mendelianae Brun*. 2015;53(9):1689–99.
12. Razali MR. Penggunaan Limbah Marmer Sebagai Filler Pengganti. *J inersia*. 2016;8(2).
13. Laili N, Fitri E. The Utilization Of Chitosan From Simping Shells ( *Placuna placenta* ) As Coaulant For Well Water Purification. In: *Prosiding Seminar Nasional Kimia Dan Pembelajarannya*. 2016.
14. Febrina A, Astrid A. Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *J Teknol* [Internet]. 2014;7(1). Available from: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/download/369/341>
15. Widayatno T, Yuliatwati T, Susilo AA, Studi P, Kimia T, Teknik F, et al. Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *J Teknol Bahan Alam*. 2017;1(1).
16. Masruhin M, Rasyid R, Yani S. Penjerapan Logam Berat Timbal (Pb) Dengan Menggunakan Lignin Hasil Isolasi Jerami Padi. *J Chem Process Eng*. 2018;3(1):6.
17. Saifudin MR, Astuti D. Kombinasi Media Filter Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe). *J Penelit Sains Teknol*. 2005;6(1).
18. Kurniawati S, Titisari AD. Rekomendasi Pemanfaatan Marmer Daerah Besole, Kecamatan Besuki, Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur Berdasarkan Karakteristiknya. *J Pengabd Kpd Masy (Indonesian J Community Engag)*. 2019;5(2).