

Desain Alat Filtrasi Sederhana Sistem *Upflow*, Variasi Bahan Filtrasi, dan Pengaruhnya terhadap Penurunan Logam Besi dan Mangan

Rosdiana Rosdiana¹, Muhammad Baguz Fatusman², Al Amin Siharis³, Wa Ndibale⁴, Moch. Assidieq⁵, Ilham Ilham⁶, Bernadetha Susianti⁷, Dwiprayogo Wibowo^{8,*}

^{1,2,4,5,8} Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Kendari, Kendari 93237 – Sulawesi Tenggara, Indonesia.

³ Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Kendari, Kendari 93237 – Sulawesi Tenggara, Indonesia.

⁶ Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo, Kendari 93231 – Sulawesi Tenggara, Indonesia.

⁷ PT. Jara Silica, Jenu, Kabupaten Tuban 62352 – Jawa Timur, Indonesia.

* dwiprayogo@umkendari.ac.id

Abstract

Water cleanliness plays an important role as a parameter in observing the quality of water that is suitable for consumption for every human life. This is certainly reflected in the health of a healthier life, but so far it is still low in the water quality that is suitable for community use. This study presents a simple technology to design water filtration using an up-flow system (bottom to up) and finds the effectiveness of the filtration media in reducing the content of iron (Fe) and manganese (Mn) metals in groundwater. Water samples were taken from Bukit Fadiah Asri Housing, Kendari City, and tested using three variations of media composition consisting of fiber, gravel, activated charcoal, black sand, and silica which flowed from bottom to top by gravity. Based on these results indicate that type B media material consisting of gravel, palm fiber, black sand, activated charcoal, silica, and palm fiber with a media thickness of 10 cm has a very good level of effectiveness which can reduce the metal content of Fe by 75% and Mn by 66%. This simple and inexpensive filtration media can be applied to the community to neutralize groundwater turbidity and reduce Fe and Mn metal content because it is used as an adsorption medium for heavy metals in water.

Keywords: Water, Filtering, Media, Upflow, Design.

Abstrak

Kebersihan air menjadi parameter penting untuk melihat kualitas air yang layak konsumsi bagi setiap manusia. Air bersih tentunya mencerminkan kesehatan hidup yang lebih sehat, namun beberapa daerah masih jauh dari kata layak kualitas air untuk digunakan masyarakat. Penelitian ini menghadirkan teknologi sederhana untuk melihat efektifitas penyaringan air sistem *upflow* (bawah ke atas) dan variasi susunan bahan filtrasi untuk melihat seberapa besar penurunan kadar logam besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air tanah. Pengujian air tanah yang diperoleh dari Perumahan Bukit Fadiah Asri Kota Kendari diuji menggunakan tiga variasi susunan media dengan bahan penyaring terdiri dari ijuk, kerikil, arang aktif, pasir malang, dan silika yang dialirkan dari bawah ke atas secara gravitasi. Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa efektivitas material media tipe B yang tersusun dari kerikil, ijuk, pasir malang, arang aktif, silika, dan ijuk dengan ketebalan media masing-masing 10 cm mempunyai tingkat efektivitas sangat baik dimana dapat menurunkan kadar logam Fe sebesar 75% dan Mn sebesar 66%. Alat filtrasi sederhana dan berbiaya rendah ini dapat diterapkan bagi masyarakat untuk menetralkan kekeruhan air tanah dan menurunkan logam Fe dan Mn karena sebagai media adsorpsi logam berat dalam air.

Kata Kunci: Air, Penyaringan, Media, Upflow, Desain.

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan air bersih menjadi salah satu prioritas utama masyarakat untuk digunakan dalam peruntukannya dan mencerminkan kesehatan suatu lingkungan rumah tangga (Islam et al., 2021; Yuningsih, 2019). Parameter ini disebabkan kebutuhan air bersih untuk keperluan air minum, memasak, dan mencuci menjadi alasan utama kenapa masyarakat membutuhkan air bersih dalam segala sesuatu aktivitas (Noviana et al., 2018; Pramono & Andana, 2019). Secara umum, air bila ditinjau dari segi kualitasnya terbagi atas dua diantaranya air bersih dan air kotor (kurang bersih), dasar pembagian kualitas ini mengingat air merupakan bahan cair yang bening sehingga ketika terakumulasinya suatu bahan pengotor maka secara cepat air mengalami pencemaran maka dikategorikan dalam air limbah (air tidak layak pakai) (Hema et al., 2021; Neshart et al., 2021; Riyanti et al., 2018).

Saat ini, inisiatif masyarakat untuk keperluan air bersih bersumber dari air permukaan (*surfacewater*) yang bersumber dari air danau dan sungai, air tanah (*groundwater*) berupa air sumur dangkal/dalam (sumur bor), mata air, dan air hujan yang turun ke permukaan bumi (Novianti, 2020; Ulfah, 2018). Pemanfaatan air tanah (*groundwater*) menjadi solusi alternatif masyarakat untuk memperoleh air bersih, namun kondisi ini nyatanya tidak sesuai ekspektasi dengan harapan memperoleh air bersih, malah menimbulkan masalah baru yaitu air yang diperoleh terkadang keruh dan mengandung lumpur pasir (Sarasanty, 2020; Shanty & DJ, 2020).

Beberapa faktor utama akibat air tanah keruh yaitu bisa disebabkan oleh kondisi geohidrologi kurang baik, struktur tanah yang kurang baik, banyaknya kandungan logam dalam tanah, dan atau lapisan tanah yang mengandung beberapa lumpur terperap dengan air tanah (Kodoatie, 2021; Wibowo, 2019). Sebagaimana air merupakan zat cair/pelarut universal maka air tanah juga dapat melarutkan beberapa mineral dalam tanah dengan persentase 75,3% zat kimia anorganik dan 24,7% zat kimia organik (Triwuri & Prasadi, 2020). Tingginya zat anorganik yang larut dalam air tanah sebab air mudah melarutkan zat ionik dan partikel dalam lapisan tanah yang dilalui seperti besi (Fe), mangan (Mn), aluminium (Al), barium (Ba),

tembaga (Cu), kromium (Cr), kadmium (Cd), dan lain-lain (Purwoto et al., 2018; Triwuri & Prasadi, 2020).

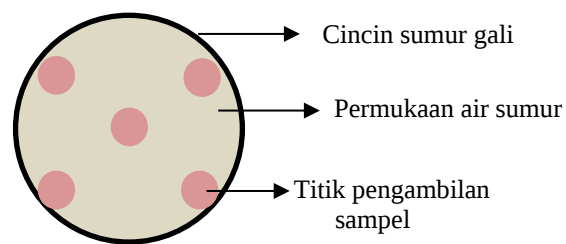
Kadar Fe dan Mn dapat kita temukan dalam lapisan tanah berbentuk oksida seperti ferri oksida (Fe_2O_3) dan mangan oksida (MnO_2) yang berikatan membentuk senyawa terlarut berupa bikarbonat ferrokarbonat (FeCO_3) dan mangankarbonat (MnCO_3) (Nugraha et al., 2020; Samosir & Rusli, 2021). Konsentrasi Fe dalam air biasanya cukup besar mendominasi unsur yang lain yang diperkirakan mencapai 25 mg/L (Maesara & Kunaefi, 2018). Jika dibandingkan air tanah dan permukaan, kandungan logam Fe pada air permukaan cenderung lebih kecil karena disebabkan oleh beberapa butiran halus oksida yang dibawa oleh air permukaan seperti Fe_2O_3 , koloid, atau bahan organik kompleks (Rouf, 2020). Selain itu, keberadaan logam Mn juga relatif kecil kurang dari 1 mg/L, dalam air logam Mn membentuk ion tetravalen (Mn^{4+}) atau dalam organik kompleks (Huang et al., 2018; Mursalim et al., 2017). Kondisi kekeruhan air tanah dapat disebabkan kehadiran kadar Fe dan Mn memberikan cirikhas warna coklat kekuningan yang bila digunakan untuk mencuci terjadi perubahan warna pada pakaian, perpipaan, peralatan, dan sebagainya (Indrawati & Fakhruddin, 2016). Selain itu, kondisi ini akan memperparah penurunan tekanan pada fluida yang mengalir dalam pipa (*headloss*) serta air menjadi berasa dan berbau Fe sehingga merangsang pertumbuhan bakteri. Bila konsentrasi logam terlarut dalam air melebihi batas baku mutu akan menyebabkan berbagai masalah seperti gangguan teknis yaitu mengotori bak, wastafel, kloset, korosif pada saluran pipa. Gangguan fisik kondisi air tanah yaitu timbulnya warna, bau, dan rasa, serta menyebabkan gangguan kesehatan seperti gangguan pencernaan, terakumulasinya bakteri, pengendapan sistem metabolisme tubuh, dan menyebabkan berbagai macam penyakit (Febrina & Astrid, 2014; Prabarini & Okayadnya, 2014). Oleh karena itu, pentingnya menjaga kualitas dan kuantitas air bebas dari logam terlarut dengan mengurangi kadar Fe dan Mn yang berlebihan dalam air dengan teknik filtrasi merupakan teknik pemisahan suatu zat koloid yang terdispersi didalam air dengan melewati medium penyaring sehingga partikel pembawa dalam air terperap pada kisi material filtrasi.

Berdasarkan penelitian Rasman dan Saleh (2016), penurunan kadar Fe dengan sistem filtrasi menggunakan media kerikil, arang tempurung kelapa, dan pasir silika dapat menurunkan kadar Fe mencapai 89,2%. Penelitian oleh Kurniawati et al. (2017) juga memperlihatkan kinerja yang baik dengan menggunakan media filtrasi pasir vulkanik dapat menurunkan kadar Mn dimana sebelum perlakuan dari rata-rata 0,62 mg/L menjadi 0,02 mg/L atau turun rata-rata sebesar 0,6 mg/L. Penelitian ini, kami menghadirkan desain alat filtrasi sederhana dan memvariasikan susunan material filtrasi dengan harapan untuk mengurangi kandungan Fe dan Mn dalam air dengan memperhitungkan teknis yang cukup sederhana dan hanya membutuhkan biaya pembuatan yang relatif murah dan mudah dilaksanakan. Studi pendahuluan sampel air di wilayah Perumahan Bukit Fadiah Asri Kota Kendari, Sulawesi Tenggara (Sultra) mencirikan air tanah memiliki warna air kuning kecoklatan yang kemungkinan besar mengandung logam Fe dan Mn diatas baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (Permenkes RI) No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum (Permenkes, 2010).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air tanah dilakukan di sekitar wilayah Perumahan Bukit Fadiah Asri Kota Kendari – Sultra pada titik koordinat 4°01'11.8"S 122°31'37.4"E (Gambar 2). Teknik pengambilan sampel air dilakukan secara acak lima titik sudut dalam sumur gali (Gambar 1) kemudian dimasukkan dalam wadah botol kaca berukuran masing-masing 2 Liter dan 5 botol tersebut dihomogenkan menjadi satu bagian untuk memperoleh validasi data. Kemudian sampel dianalisis sebelum dan sesudah melewati alat filtrasi untuk diuji kandungan logam Fe dan Mn.



Gambar 1. Teknik Pengambilan Sampel Air dalam Sumur Gali (Air Tanah)

2.2. Preparasi Sampel Air

Selanjutnya, tahap preparasi sampel di laboratorium dengan menambahkan HNO₃ 65% (Merck, Germany) sebanyak 3,5 mL dengan jumlah air sampel sebanyak 1000 mL selanjutnya di destruksi panas tertutup dengan suhu 150°C selama 15 menit. Kemudian, air disaring untuk memisahkan residu dan filtrat. Filtrat yang diperoleh diuji menggunakan instrumen spektroskopi serapan atom (SSA) (*AAS Instrument for Perkin Elmer Analyst 400*) untuk diperoleh kandungan logam Fe dan Mn pada sampel. Metode ini dilakukan secara berulang sebelum melalui alat filtrasi dan sesudah alat filtrasi.

2.3. Desain Alat Filtrasi

Pembuatan alat filtrasi sederhana yang terbuat dari susunan kaca berbentuk balok yang terdiri atas dua buah. Dimana bagian atas meja (Gambar 3) dibuat dudukan dengan desain sistem alir gravitasi untuk menampung air yang akan di saring. Selanjutnya media balok berada dibawah untuk proses filtrasi yang diisikan media filtrasi. Susunan media yang digunakan dalam proses filtrasi divariasikan dengan 3 variasi model, yaitu dari atas ke bawah (A) krikil, arang aktif, pasir malang, silika, ijuk; (B) krikil, ijuk, pasir malang, arang aktif, silika, ijuk; dan (C) krikil, ijuk, arang aktif, silika, ijuk. Masing-masing material penyaring sebelum dimasukkan dalam media balok dicuci dan dikeringkan sampai bersih kemudian disusun dengan ketebalan 10 cm. Sistem pengujian air tanah dilakukan dengan sistem *upflow* terhadap kinerja tekanan dari gaya gravitasi.

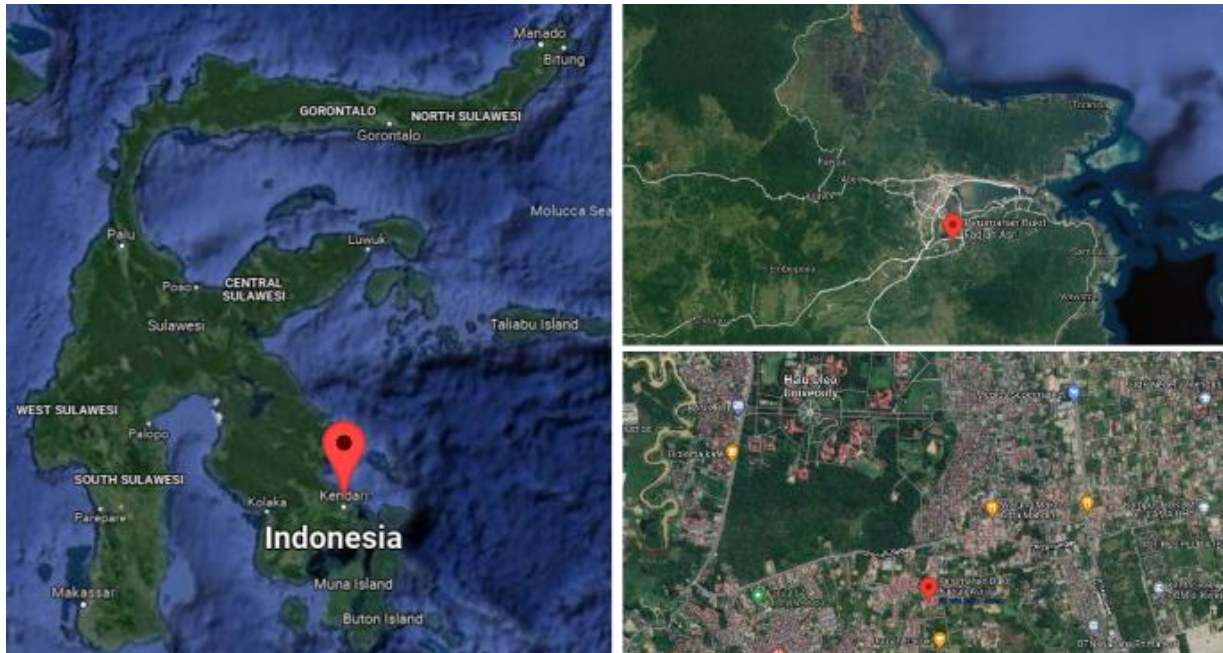
2.4. Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk melihat penurunan kadar Fe dan Mn pada setiap media filter menggunakan prosedur analisis kimiawi menggunakan instrumentasi SSA. Analisis data meliputi angka kandungan penurunan dan efektifitas penurunan kandungan kandungan Fe dan Fe pada sampel.

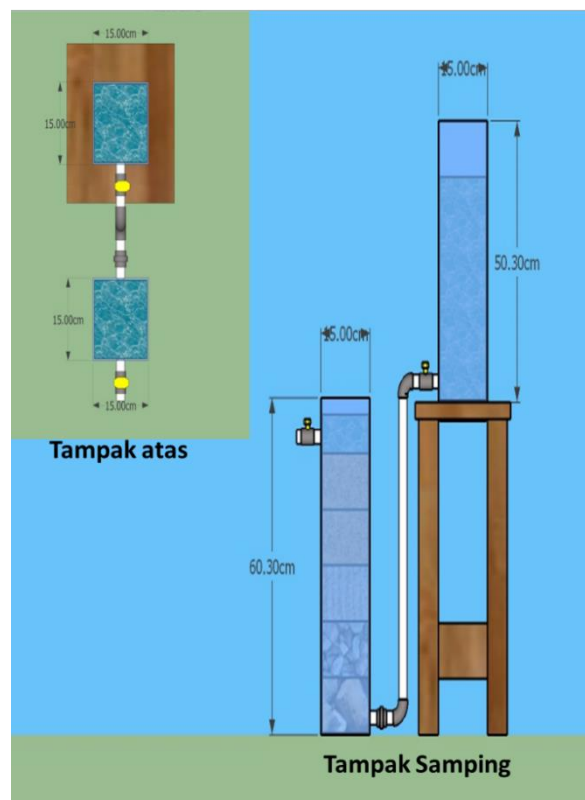
$$\% \text{ Efektifitas} = \left(\frac{P_{\text{awal}} - P_{\text{akhir}}}{P_{\text{awal}}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Selanjutnya, data yang diperoleh disajikan dengan membandingkan baku mutu air bersih berdasarkan Permenkes RI

No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum (Permenkes, 2010).



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Air Tanah di Perumahan Bukit Fadiah Asri Kota Kendari – Sultra (Googlemaps)



Gambar 3. Rancangan Desain Alat Filtrasi Sederhana Sistem *Upflow*

Tabel 1. Hasil Uji Laboratorium Sampel sebelum Perlakuan Filtrasi

No.	Parameter Pengujian	Satuan analisis	Hasil analisis	Standar Baku Mutu (Permenkes RI)	Metode analisis
1	Besi (Fe)	mg/L	0,638	0,300	Instrumen SSA
2	Mangan (Mn)	mg/L	0,518	0,400	Instrumen SSA

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Awal Sampel Air Tanah

Keperolehan air tanah diambil dari sumur bor warga pada masing-masing rumah di Perumahan Bukit Fadiah Asri Kota Kendari. Perlakuan awal yang dilakukan adalah menentukan kadar logam Fe dan Mn sebelum dilakukan proses filtrasi melalui alat yang didesain. Hasil analisis menggunakan AAS dapat dilihat pada Tabel 1. Sumber mata air tanah merupakan salah satu sumber pemenuhan kebutuhan masyarakat Perumahan Bukit Fadiah Asri akan air bersih. Berdasarkan pengujian sampel awal, kadar Fe dan Mn dalam air sumur bor melebihi baku mutu yang diijinkan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar Fe dan Mn dalam air tanah adalah dengan cara proses filtrasi. Berdasarkan data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar Fe dalam sampel awal air sumur bor sebesar 0,638 mg/L dan kadar Mn dalam sampel awal air sumur bor sebesar 0,518 mg/L, dimana kadar logam Fe dan Mn air tanah melebihi baku mutu yang ditetapkan sehingga air tersebut tidak laik digunakan dan perlu pengolahan lebih lanjut menggunakan alat filtrasi agar dapat dipakai untuk keperluan sehari-hari terutama untuk konsumsi.



Gambar 4. Kondisi Air di Perumahan Bukit Fadiah Asri

Gambar 4 menunjukkan bahwa kondisi awal air sampel yang berada di Perumahan Bukit Fadiah Asri. Kondisi air keruh dan memiliki warna kuning kecoklatan. Menurut (Tando, 2019) bahwa kondisi perubahan warna air tanah dipengaruhi oleh struktur tanah dan kondisi lapisan tanah. Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 4 memungkinkan bahwa di daerah sekitar memiliki tanah berwarna kuning yang telah terkontaminasi oleh beberapa zat kimia anorganik yang berada didalam lapisan tanah. Tingginya kandungan Fe dan Mn dapat diasumsikan bahwa

kandungan tanah disekitar perumahan tersebut mengandung kaya akan batuan Fe_2O_3 dan $\text{Fe}(\text{OH})_3$, karena proses geohidrologi peresapan air *runoff* dari permukaan tanah masuk ke dalam tanah maka kandungan Fe yang terlarut membentuk ferobikarbonat ($\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$), ferosulfat (FeSO_4), ferohidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_2$), dan kompleks Fe-organik. Air tanah mengandung Fe terlarut dapat membentuk ion ferro (Fe^{2+}) dan ketika air tanah dipompakan keluar dan kontak dengan udara maka cepat mengalami proses oksidasi dari ion Fe^{2+} menjadi ferihidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) (Prabarini & Okayadnya, 2014). Menurut (Febrina & Astrid, 2014) bahwa $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dapat mengendap dan cenderung memiliki warna kuning kecoklatan. Jelas bila konsentrasi logam Fe meningkat dalam air selaras dengan pertumbuhan bakteri Fe *Crenothrix* dan *Gallionella* yang memanfaatkan ion Fe^{2+} sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya dan mengendapkan $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Selain itu, logam Mn juga mencirikan perubahan warna air dan menimbulkan rasa. Dasar penentuan logam Mn dalam air tanah karena memiliki toksisitas yang relatif sudah tampak walau konsentrasi rendah. Berdasarkan hasil analisis logam Mn berada < 1 mg/L ini dicurigai bahwa lapisan tanah mengandung asam tinggi sebab pada kondisi pH normal Mn tidak larut dalam air melainkan membentuk oksida MnO_2 , Mn_3O_4 , dan MnCO_3 meskipun oksidasi Mn^{2+} berjalan relatif lambat. Banyak kasus menjelaskan bahwa manfaat lain dari logam Mn dengan konsentrasi dibawah 0,5 mg/L menjaga kesehatan otak dan tulang, peningkatan pertumbuhan rambut dan kuku, dan meningkatkan kinerja enzim dalam metabolisme tubuh. Disisi lain juga bersifat neurotoksik seperti insomnia, gangguan syaraf, keram otot (Febrina & Astrid, 2014). Oleh sebab itu, dibutuhkan solusi untuk dilakukan penyaringan air untuk mengurangi kandungan logam Fe dan Mn dalam air tanah.

3.2. Desain Alat Filtrasi dan Variasi Susunan Media

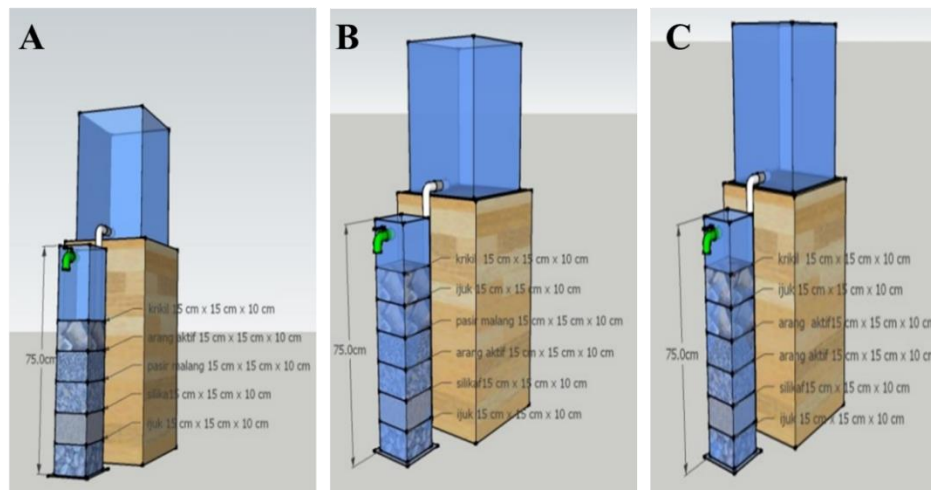
Alat filtrasi yang dibuat menganut sistem alir gaya gravitasi dengan memanfaatkan daya dorong dari atas ke bawah, namun sistem kinerja alir dibuat melalui sistem *upflow* dimana pipa yang dibuat masuk melalui media filtrasi dari bawah dengan outlet diatas (Gambar 5). Setelah dilakukan pembuatan alat filtrasi yang masing-masing dinding terbuat dari sambungan kaca agar diketahui gerak air

yang disaring. Pelaksanaan teknisnya dimana media yang digunakan perlu dilakukan pencucian dan dikeringkan seperti pasir malang, silika, krikil dan ijuk. Proses pencucian media yang digunakan dilakukan agar memastikan media tersebut bebas dari zat pengotor sehingga kinerja media optimal dalam proses adsorpsi bahan-bahan anorganik atau organik pada sampel air.

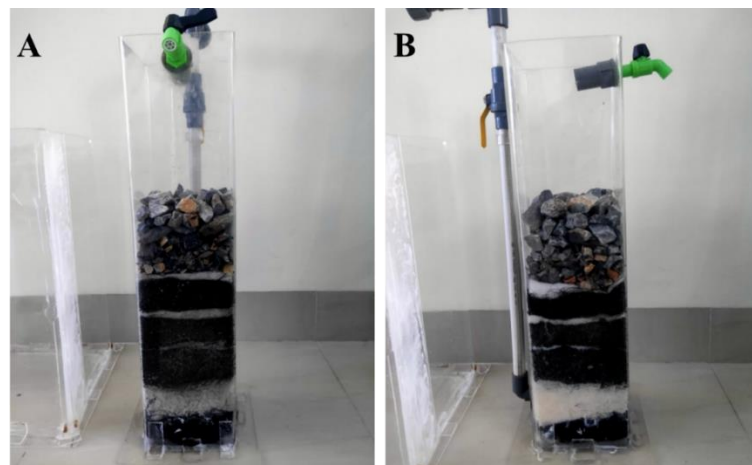
Bahan filtrasi divariasikan dengan 3 model susunan didalam alat filtrasi (Gambar 5). Variasi bahan yang pertama (Gambar 5A) dari atas kebawah terdiri dari material krikil, arang aktif, pasir malang, silika, ijuk; (Gambar 5B) krikil, ijuk, pasir malang, arang aktif, silika, ijuk; dan (Gambar 5C) krikil, ijuk, arang aktif, silika, ijuk. Ketebalan pada setiap material media filtrasi sebesar 10 cm, dimana fungsi dari material filtrasi sebagai media adsorpsi logam Fe dan Mn.

Kemudian sistem filtrasi air tanah dimasukkan dalam wadah penampung yang berada diatas dudukan meja dan dengan

pemanfaatan gaya gravitasi air masuk melalui pipa turun menuju ke media filtrasi yang paling bawah. Hal ini dimaksudkan agar pergerakan air sedikit melambat dan pada akhirnya proses penyaringan terjadi sangat optimal karena adanya waktu jeda pergerakan air untuk proses adsorpsi dengan media filtrasi. Proses adsorpsi yang terjadi dalam alat filtrasi adalah terjadi kontak terhadap pengotor dalam air dengan permukaan material filtrasi maka terjadi interaksi fisika antar partikel terjerap pada kisi-kisi pori material karena adanya gaya tarik-menarik (Widayatno, 2017). Proses filtrasi pada alat (Gambar 6) yang telah didesain dan digunakan menggunakan proses filtrasi *upflow* yaitu sistem pengolahan yang pada dasarnya adalah mengalirkan limbah cair melewati suatu media penyaring dengan arah aliran dari bawah media menuju ke atas media (Neles et al., 2020; Sulianto et al., 2020; Trigunarso et al., 2019).



Gambar 5. Desain Alat Filtrasi dengan Variasi Susunan Media (A) Tipe A, (B) Tipe B, dan (C) Tipe C



Gambar 6. Desain Alat Filtrasi Sederhana Sistem *Upflow*, A) Tampak Depan, dan B) Tampak Samping

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar Fe dan Mn pada Masing-Masing Variasi Media A, B, dan C

Parameter Pengujian	Kondisi Awal	Variasi Media						Standar Baku Mutu (Permenkes RI)
		A	Efektivitas (%)	B	Efektivitas (%)	C	Efektivitas (%)	
Kadar Fe	0,638	0,204	68%	0,157	75%	0,348	45%	0,300
Kadar Mn	0,518	0,216	58%	0,176	66%	0,426	18%	0,400

3.3. Efektivitas Susunan Media terhadap Proses Filtrasi

Setelah air dilewatkan dengan variasi media, dilanjutkan pengujian kadar logam dalam air menggunakan instrumen SSA. Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa setelah dilakukan filtrasi dengan menggunakan media filtrasi pada media tipe A, kadar Fe dalam air tanah mengalami penurunan menjadi 0,204 mg/L dengan efektivitas sebesar 68%. Pada susunan media tipe B, kadar Fe juga mengalami penurunan hingga 0,157 mg/L dengan efektivitas sebesar 75%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa susunan media tipe B dapat menurunkan secara efektif kadar Fe pada air tanah. Sedangkan susunan media tipe C sebesar 0,348 mg/L dengan efektivitasnya mencapai 45%. Berdasarkan data tersebut memperhatikan bahwa kadar Fe terjadi penurunan dengan susunan media tipe A dan B, sedangkan tipe C tidak masuk dalam standar baku mutu.

Selain itu, kadar Mn setelah dilakukan filtrasi dengan menggunakan media filter tipe A, kadar Mn dalam air tanah mengalami penurunan menjadi 0,216 mg/L dengan efektivitas sebesar 58%. Pada tipe B, kadar Mn juga mengalami penurunan hingga 0,176 mg/L dengan tingkat efektivitas sebesar 66%, yang dimana merupakan kadar terendah. Sedangkan pada tipe C, kadar Mn dalam air sumur bor mencapai kadar tertinggi yaitu 0,426 mg/L dengan persentase efektivitas mencapai 18%.

Sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sulianto et al. (2020), dan Pakasi (2014), menunjukkan bahwa sistem aliran *upflow* dalam proses penyaringan air sangat efektif dalam menurunkan kadar Fe dapat mencapai 100% dan kadar Mn mendekati 80%. Proses ini tergantung pada daya serap susunan media dan tinggi alat filtrasi. Proses adsorpsi atau daya serap menjadi faktor penting ketika air melewati masing-masing material media filtrasi sehingga terjadi ikatan kimia pada padatan material media filtrasi dan akhirnya terbentuk adsorbat pada permukaannya. Efektivitas yang ditunjukkan dari variasi susunan media filtrasi pada tipe B dimana susunan krikil, ijuk, pasir malang, arang aktif, silika, ijuk (atas ke bawah)

air awal melewati ijuk untuk perlakuan awal menghilangkan komponen partikel besar yang masuk bersamaan dengan air, kemudian masuk melalui pori-pori pasir silika yang rapat mengakibatkan beberapa partikel besar terperangkap tidak dapat menembus pasir dan terjebak antar kisi permukaan silika. Selanjutnya, air masih melewati susunan arang aktif dan pasir malang yang sangat efektif dalam mengadsorpsi komponen terlarut dalam air seperti ion logam dan partikel organik lainnya. Menurut Maulidiyah et al. (2015) arang aktif memiliki luas permukaan pori yang sangat baik dalam mengadsorpsi logam dan bakteri dalam proses penjernihan air. Berdasarkan hasil Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa kadar Fe dan Mn dengan susunan media tipe A dan B dapat menurunkan kadar logam sesuai dengan standar baku mutu.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini dimana alat filtrasi sederhana dengan sistem *upflow* dapat secara efektif menurunkan kadar Fe sebesar 75% dan Mn sebesar 66% dengan susunan media filtrasi tipe B dimana masing-masing media yang disusun dari atas ke bawah adalah krikil, ijuk, pasir malang, arang aktif, silika, ijuk.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo dalam menganalisis air tanah menggunakan instrumen spektroskopi serapan atom dan Laboratorium Teknik Lingkungan, Program Studi Teknik Lingkungan – Universitas Muhammadiyah Kendari dalam perancangan alat filtrasi sederhana ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Febrina, A., & Astrid, A. (2014). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 36–44.
<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/download/369/341>
Hema, H., Assidieq, M., Ndibale, W., Ilham, I., &

- Wibowo, D. (2021). Analisis Kualitas Air dengan Parameter TSS, BOD, Deterjen dan Fosfat (PO₄) pada Sungai Wanggu Kota Kendari. *ENVIROTEK: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 13(2), 34–40.
- Huang, L., Liu, Y., Yu, J., Zhu, Y., Pan, F., Xuan, T., Brik, M. G., Wang, C., & Wang, J. (2018). Highly stable K₂SiF₆: Mn⁴⁺@ K₂SiF₆ composite phosphor with narrow red emission for white LEDs. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 10(21), 18082–18092.
- Indrawati, I., & Fakhrudin, S. D. (2016). Isolasi dan Identifikasi Jamur Patogen pada Air Sumur dan Air Sungai di Pemukiman Warga Desa Karangwangi, Cianjur, Jawa Barat. *Jurnal Biodjati*, 1(1), 27–38.
- Islam, F., Priastomo, Y., Mahawati, E., Utami, N., Budiastutik, I., Hairuddin, M. C., Fatma, F., Akbar, F., Ningsih, W. I. F., & Adiningsih, R. (2021). *Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan*. Yayasan Kita Menulis.
- Kodoatie, R. J. (2021). *Tata ruang air tanah*. Penerbit Andi.
- Kurniawati, S. D., Santjoko, H., & Husein, A. (2017). Pasir vulkanik sebagai media filtrasi dalam pengolahan air bersih sederhana untuk menurunkan kandungan besi (Fe), mangan (Mn) dan kekeruhan air sumur gali. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(1), 20–25.
- Maesara, S. A., & Kunaefi, T. D. (2018). Penyisihan besi dan zat organik menggunakan karbon aktif dari kulit durian sebagai media filtrasi removal of iron and organic matter by activated carbon from durian peels as filtration media. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 18(2), 167–177.
- Maulidiyah, Wibowo, D., Hikmawati, Salamba, R., & Nurdin, M. (2015). Preparation and characterization of activated carbon from coconut shell-doped TiO₂ in water medium. *Oriental Journal of Chemistry*, 31(4), 2337–2342. <https://doi.org/10.13005/ojc/310462>
- Mursalim, L. O., Ruslan, A. M., Safitri, R. A., Azis, T., Maulidiyah, Wibowo, D., & Nurdin, M. (2017). Synthesis and photoelectrocatalytic performance of Mn-N-TiO₂/Ti electrode for electrochemical sensor. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 267(1), 012006. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/267/1/012006>
- Neles, N., Adami, A., Ilham, I., & Wibowo, D. (2020). Penerapan Geometri dalam Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik: Studi Kasus Perumahan Mutiara Sartika, Kota Kendari. *Al-Ard : Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1–9.
- Neshart, N., Rosdiana, R., Wibowo, D., & Sukri, A. S. (2021). Perencanaan Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Metode Biofilter Anaerob–Aerob. *Jurnal TELUK: Teknik Lingkungan UM Kendari*, 1(1), 14–19.
- Noviana, S., Arisanty, D., & Normelani, E. (2018). Pemanfaatan Air Sungai Kanal Tamban untuk Kebutuhan Air Bersih Masyarakat di Kecamatan Tamban Kabupaten Barito Kuala. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, 5(1), 33–43.
- Novianti, D. (2020). Pemanfaatan Potensi Air Tanah di Wilayah Rawan Kekeringan (Studi kasus di Desa Suruh, Kecamatan Suruh Kabupaten Trenggalek). *Cakrawala: Jurnal Litbang Kebijakan*, 14(2), 100–112.
- Nugraha, F. A., Kirmi, H., Haryanto, B., & Afiffa, M. (2020). Analisis Penggunaan Media Tandan Sawit dan Kompos dengan Sistem Aerobic Wetland dalam Mengolah Air Asam Tambang. *SPECTA Journal of Technology*, 4(2), 35–44.
- Pakasi, F. G. (2014). Efektivitas Saringan Pasir Up Flow Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Baku. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 4(1), 1–9.
- Permenkes, R. I. (2010). Persyaratan Kualitas Air Minum (Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010). *Jakarta: Percetakan Negara*.
- Prabarini, P., & Okayadnya, D. (2014). Penyisihan Logam Besi (Fe) Pada Air Sumur Dengan Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 5(2), 33–41.
- Pramono, G. E., & Andana, R. (2019). Analisis Kebutuhan Air Dan Pembangunan Sistem Pengairan Menggunakan Pompa Air Di Kampung Cengal Desa Karacak. *Abdi Dosen: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 3(3), 216–221.
- Purwoto, S., Rusdiyantoro, R., & Sembodo, B. P. (2018). Treatment Koagulan, Filtrasi, Ferrolite, Manganese Greensand, dan Resin pada Air Baku dalam Penurunan TDS, Kekeruhan, Kesadahan, Khlorida, Mangan, dan E. Coli. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 16(2), 1–10.

- Rasman, R., & Saleh, M. (2016). Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Sistem Aerasi dan Filtrasi Pada Air Sumur Gali (Eksperimen). *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(3), 159–167.
- Riyanti, A., Marhadi, M., & Saputra, N. W. (2018). Perencanaan Sistem Plambing Air Bersih dan Air Buangan Gedung SMK Negeri 3 Kota Jambi. *Jurnal Daur Lingkungan*, 1(1), 35–40.
- Rouf, N. A. (2020). Kajian Pemanfaatan Koagulan Recovery Aluminium dan Besi dari Abu Terbang. *Jurnal Purifikasi*, 20(1), 28–39.
- Samosir, G. B. G., & Rusli, H. A. R. (2021). Pemanfaatan Fly Ash Bottom Ash dan Tawas Untuk Menetralkan Air Asam Tambang. *Bina Tambang*, 6(4), 102–111.
- Sarasanty, D. (2020). Optimalisasi Kualitas Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat Desa Bleberan Kecamatan Jatirejo Mojokerto Menuju Desa Open Defecation Free Berbasis Sosialisasi. *Prosiding SNP2M (Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat) UNIM*, 2, 232–236.
- Shanty, D., & DJ, R. S. (2020). Ketercapaian Sasaran 4K dalam Pelaksanaan Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) di PDAM Tirta Dharma Kota Malang. *Jurnal Reka Lingkungan*, 8(2), 112–120.
- Sulianto, A. A., Aji, A. D. S., & Alkahi, M. F. (2020). Rancang Bangun Unit Filtrasi Air Tanah untuk Menurunkan Kekeruhan dan Kadar Mangan dengan Aliran Upflow. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 7(2), 72–80.
- Tando, E. (2019). Upaya efisiensi dan peningkatan ketersediaan nitrogen dalam tanah serta serapan nitrogen pada tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.). *Buana Sains*, 18(2), 171–180.
- Trigunarso, S. I., Mulyono, R. A., & Suprawihadi, R. (2019). Alat Pengolah Air Tanah Menjadi Air Bersih dengan Proses Kombinasi Aerasi-Filtrasi Upflow (Desain Rancang Bangun). *Jurnal Kesehatan*, 10(1), 53–60.
- Triwuri, N. A., & Prasadi, O. (2020). Uji Kualitas Air Minum Isi Ulang Berdasarkan Mineral Mikro. *Jurnal Teknik Ibnu Sina (JT-IBSI)*, 5(01), 31–36.
- Ulfah, M. (2018). Pemanfaatan Air Permukaan dan Air Tanah. *Seminar Nasional Hari Air Sedunia*, 1(1), 125–130.
- Wibowo, M. (2019). Model Penentuan Kawasan Resapan Air untuk Perencanaan Tata Ruang Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Hidrosfir Indonesia*, 1(1), 1–7.
- Widayatno, T. (2017). Adsorpsi logam berat (Pb) dari limbah cair dengan adsorben arang bambu aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1), 17–23.
- Yuningsih, R. (2019). Strategi promosi kesehatan dalam meningkatkan kualitas sanitasi lingkungan. *Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 10(2), 107–118.