

Efektivitas Media Cangkang Kerang dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) dengan Metode *Slow Sand Filter* (SSF)

Mega Safitri¹, Yayok Suryo Purnomo²

^{1,2}Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Kota Surabaya, Indonesia w

Email: ¹megasafitri80@gmail.com, ²yayoksuryo@gmail.com

Abstract

Currently, the presence of shellfish waste is increasing but its utilization is still lacking. As much as 66.70% of calcium carbonate is contained in clam shells. This content can reduce iron levels. This research purpose to compare the effectiveness of reducing iron in well water using silica sand and shellfish media. The size of the media is 0.15 mm-0.45 mm. This research used silica sand 60 cm and variations of the clam shell media in the thickness, is 30, 20 and 10 (cm). Apart from that, also uses variations in sampling time on an hourly scale, is 1, 12, 24, 36, 48 (hours). The research results is showed that the average reduction iron, in the sand reactor was 37.09%, in the 30 cm clam shell reactor was 88.64%, in the 20 cm clam shell reactor was 78.45%, and in the 10 cm clam shell reactor was 68.82%. This research shows that the influence of the thickness of the clam shell media is directly proportional to the decrease in iron levels that occurs.

Keywords: *Slow Sand Filter, Clam Shell, Silica Sand, Iron*

Abstrak

Saat ini, limbah cangkang kerang keberadaanya meningkat namun pemanfaatannya masih kurang. Sebanyak 66,70% kalsium karbonat terkandung didalam cangkang kerang. Kandungan tersebut dapat mengurangi kadar besi. Tujuannya untuk membandingkan efektivitas penurunan besi menggunakan media pasir silica dan cangkang kerang pada air sumur. Ukuran media pasir silica dan cangkang kerang yaitu 0,15 mm-0,45 mm. Penelitian ini menggunakan media pasir 60 cm dan variasi ketebalan media cangkang kerang yaitu 30 cm, 20 cm, dan 10 cm. Selain itu, juga menggunakan variasi waktu pengambilan sampel dalam skala jam yaitu 1, 12, 24, 36, 48 (jam). Hasil penelitian menunjukkan rata-rata penurunan besi (Fe) pada reaktor pasir sebesar 37,09%, reaktor cangkang kerang 30 cm sebesar 88,64%, reaktor cangkang kerang 20 cm sebesar 78,45%, dan reaktor cangkang kerang 10 cm sebesar 68,82%. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh ketebalan media cangkang kerang berbanding lurus dengan penurunan kadar zat besi yang terjadi.

Kata Kunci: *Slow Sand Filter, Cangkang Kerang, Pasir Silica, Kadar Besi*

1. PENDAHULUAN

Salah satu kebutuhan makhluk hidup terutama manusia yaitu air. Dalam kegiatan sehari-hari membutuhkan air bersih seperti untuk dikonsumsi ataupun kebutuhan lainnya. Seperti halnya, masyarakat di Desa Ketimang Kecamatan Wonoayu yang menggunakan air bersih yang bersumber dari air tanah. Namun, kondisi fisik air tanah di salah satu rumah warga di Desa Ketimang yaitu air berwarna kuning dan air terlihat keruh. Sehingga, dilakukan uji awal kadar besi pada air tersebut yang dilakukan tanggal 12 mei 2023 hasilnya menunjukkan bahwa kadarnya sebesar 2,2 mg/l. Berdasarkan Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standart Baku Mutu Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, nilai tersebut melebihi baku mutu yang dianjurkan dengan

kadar besi maksimumnya yaitu 1 mg/l. Keberadaan besi (Fe) melebihi tersebut dapat mengganggu kesehatan apabila dikonsumsi dan dari segi sanitasi menyebabkan air menjadi bau karat, porselin menjadi berkerak, serta pakaian terdapat bercak kuning (Auliah, 2019). Sehingga pengolahan yang mampu menurunkan kadar besi yaitu proses filtrasi.

Filtrasi merupakan pengolahan air dengan cara menghambat partikel-partikel yang tersaring melalui media berpori sehingga terjadi penumpukan pada permukaan media, airpun menjadi lebih jernih (Ahmad, 2018). Salah satu metode yang digunakan yaitu metode *Slow Sand Filter*. Metode ini dipilih karena memiliki kelebihan yaitu biaya pembuatan murah, bahan mudah didapat dan perawatan reaktor mudah (Ramli, 2021).

Pemilihan media cangkang kerang karena limbahnya yang masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Selain itu, cangkang kerang mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 66,70% dimana kandungan tersebut dapat menyerap besi dalam air yang diolah (Siregar, 2009). Oleh sebab itu, penggunaan media cangkang kerang dalam penelitian ini dengan ukuran 0,15 mm-0,45 mm sesuai desain perencanaan filtrasi *slow sand filter* untuk mengetahui penurunan kadar besi yang dipengaruhi oleh media cangkang kerang dengan memvariasi ketebalan medianya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Bahan

- Air tanah atau air sumur, sebagai bahan uji dalam penelitian
- Pasir silica berukuran 0,15 mm-0,35 mm, sebagai media penyaring dalam reaktor filtrasi
- Cangkang kerang dengan ayakan 100 mesh, sebagai media penyaring dan penyerap logam berat dalam reaktor filtrasi
- Kerikil berdiameter 10-15 mm, sebagai media penyangga dalam reaktor filtrasi
- Ijuk, sebagai bahan untuk meratakan aliran air yang mengalir dalam reaktor

2.2 Perencanaan Reaktor Filtrasi

Perencanaan pembuatan reaktor filtrasi dilakukan sebelum melaksanakan penelitian filtrasi pada air tanah di salah satu rumah di Desa Ketimang, Sidoarjo. Perencanaan ini digunakan untuk mengetahui ukuran reaktor, debit rencana, volume yang dibutuhkan dalam sehari, serta alat dan bahan yang akan digunakan.

Tabel 1. Perencanaan Reaktor Filtrasi

| Keterangan | Perencanaan |
|---|---------------------|
| Luas Reaktor | 12 cm x 12 cm |
| Tinggi Reaktor | 120 cm |
| Bahan Reaktor | Kaca |
| Rate Filtrasi (<i>Slow Sand Filter</i>) | 0,1 m/jam |
| Debit Filtrasi | 1,4 L/jam |
| Volume Reaktor | 15 L |
| Volume yang Dibutuhkan | 33,6 L/hari |
| Tebal Media Pasir | 60 cm |
| Tebal Media Cangkang Kerang | 30 cm; 20 cm; 10 cm |
| Tebal Kerikil | 10 cm |
| Tebal Ijuk | 5 cm |

2.3 Persiapan Media Cangkang Kerang

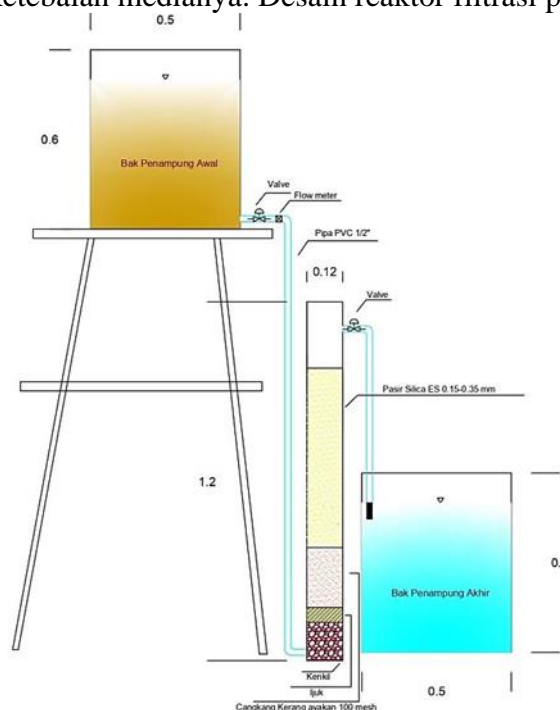
Penelitian ini menggunakan media cangkang kerang yang digunakan sebagai adsorben pada proses filtrasi air tanah. Sebelum penelitian, dilakukan persiapan dan

aktivasi media cangkang sehingga diharapkan media ini dapat menyerap logam berat berupa besi pada air yang akan diolah. Berikut adalah tahapannya:

1. Mencuci cangkang kerang hingga bersih dengan air mengalir, lalu mengeringkannya dibawah sinar matahari
2. Menghancurkan cangkang kerang dengan palu agar menjadi bagian yang lebih kecil
3. Menghaluskan cangkang kerang dengan mesin penghancur atau blander
4. Mengayak cangkang kerang dengan menggunakan ayakan 100 mesh (0,15 mm-0,45 mm), lalu mencuci cangkang kerang menggunakan aquades
5. Meletakkan cangkang kerang di cawan porselen, lalu melakukan pemanasan menggunakan furnace dengan suhu 300°C selama 2 jam
6. Mendinginkan cangkang kerang pada desikator selama 15 menit
7. Adsorben cangkang kerang diaktivasi dengan direndam larutan H_2SO_4 0,5 M dan dilakukan pengadukan hingga 1 jam kemudian membiarkannya hingga 24 jam
8. Mencuci adsorben cangkang kerang dengan aquades hingga netral, kemudian mengeringkan adsorben didalam oven dengan suhu 105°C hingga 24 jam
9. Adsorben cangkang kerang siap digunakan

2.4 Proses Filtrasi dengan Metode *Slow Sand Filter*

Proses filtrasi, diawali dengan air dialirkan ke bak penampung awal dengan mengatur debit menggunakan flowmeter menuju ke reaktor filtrasi. Reaktor filtrasi berbahan kaca dengan luas 12 cm x 12 cm dan tinggi 120 cm. Air mengalir melewati media kerikil, ijuk, cangkang kerang dan pasir silica. Proses pengolahan filtrasi menggunakan aliran *upflow* dengan sistem kontinyu. Setelah air sudah melewati reaktor, air akan secara gravitasi menuju ke bak penampung akhir. Pengambilan sampel dari pipa *outlet* dengan variasi waktu skala jam yaitu 1, 12, 24, 36, 48 (jam). Penelitian menggunakan ukuran pasir silica dan cangkang kerang 0,15 mm-0,45 mm dan memvariasikan pada ketebalan medianya. Desain reaktor filtrasi pada gambar 1.



Gambar 1. Desain Reaktor Filtrasi
Sumber gambar: Penulis, 2023

2.4 Identifikasi Besi (Fe) pada Sampel Air Tanah

Adanya besi yang ada didalam air tanah menjadi akibat dari batuan bawah tanah dan air hujan yang terbentuk secara alamiah. Besi adalah bahan kimia terlarut yang paling umum dijumpai. Selain itu, kadar besi (Fe) yang berada di air tanah bersifat anaerob dimana oksigen sudah tidak berada pada lapisan perairan. Hal tersebut juga berhubungan dengan adanya dekomposisi secara berlebihan pada kadar bahan organik di air (Effendi, 2003).

Besi (Fe) pada air tanah memiliki dampak kurang baik yaitu dapat mengakibatkan air berwarna kuning kecoklatan padahal yang awalnya bening, menyebabkan bercak kuning pada pakaian, terdapat kerak pada porselin dan timbul bau yang menyengat. Selain itu, apabila dikonsumsi terus menerus akan mengganggu kesehatan manusia seperti merusak dinding usus dan iritasi pada kulit dan mata (Nur, 2011). Air tanah yang digunakan sebagai sampel yaitu air tanah disalah satu rumah di Desa Ketimang, Sidoarjo. Air tanah tersebut dilakukan uji awal untuk mengetahui kadar besi didalamnya seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Uji Awal Besi pada Sampel

| Parameter | Satuan | Nilai Awal | Baku Mutu | Sumber |
|-----------|--------|------------|-----------|-------------------------------|
| Besi (Fe) | mg/l | 2,2 | 1 | Permenkes RI No 32 Tahun 2017 |

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengaruh Ketebalan, Jenis Media dan Waktu Pengambilan Sampel terhadap Kadar Besi (Fe)

Faktor yang berpengaruh dalam proses filtrasi terhadap kualitas air yang dihasilkan, hal tersebut disebabkan adanya faktor kimia dan fisika. Faktor tersebut seperti debit filtrasi, waktu kontak, ukuran dan ketebalan media, serta lamanya waktu pemakaian media untuk penyaringan (Chrisafitri, 2012). Pada *slow sand filter* memiliki (*effective size* = 0,15 mm-0,45 mm) atau dapat dikatakan ukuran media ini lebih kecil, hal tersebut berkorelasi dengan kecepatan filtrasinya dimana menjadi lebih lambat (Syahrir, 2018).

Analisa besi (Fe) dilakukan dengan metode Spektrofotometri (SNI 6989-82:2018). Setelah dilakukan analisa maka didapatkan hasil analisa setelah dilakukan pengolahan penurunan kadar zat besi (Fe) terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengaruh Ketebalan, Jenis Media dan Waktu terhadap Kadar Besi (Fe)

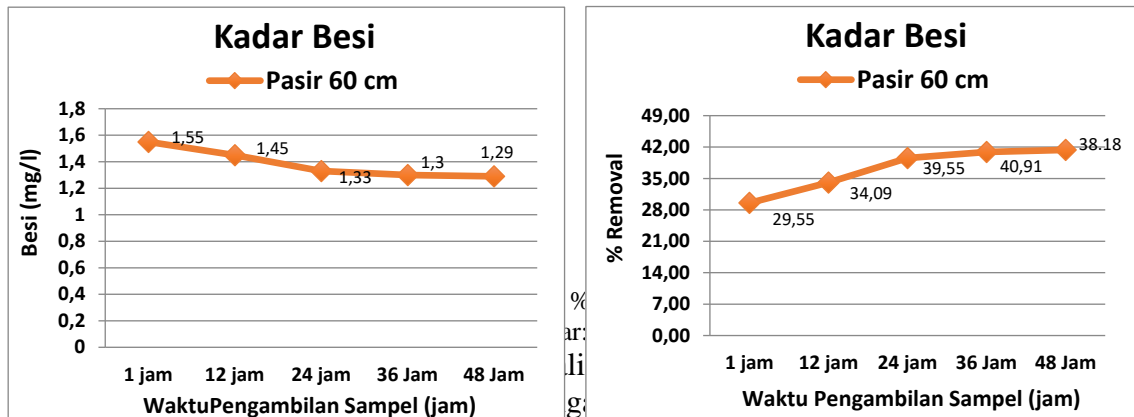
| Reaktor | Nilai Awal (mg/l) | Hasil Akhir Nilai Besi (mg/l) | | | | | Rata-Rata (mg/l) |
|---------|-------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| | | 1 jam | 12 jam | 24 jam | 36 Jam | 48 Jam | |
| A | 2,2 | 1,55 | 1,45 | 1,33 | 1,3 | 1,29 | 1,38 |
| B | 2,2 | 0,41 | 0,35 | 0,25 | 0,14 | 0,1 | 0,25 |
| C | 2,2 | 0,6 | 0,51 | 0,47 | 0,41 | 0,38 | 0,47 |
| D | 2,2 | 0,79 | 0,75 | 0,67 | 0,62 | 0,6 | 0,69 |

Ket: A = pasir 60 cm; B = pasir 60 cm + cangkang kerang 30 cm; C = pasir 60 cm + cangkang kerang 20 cm; D = pasir 60 cm + cangkang kerang 10 cm

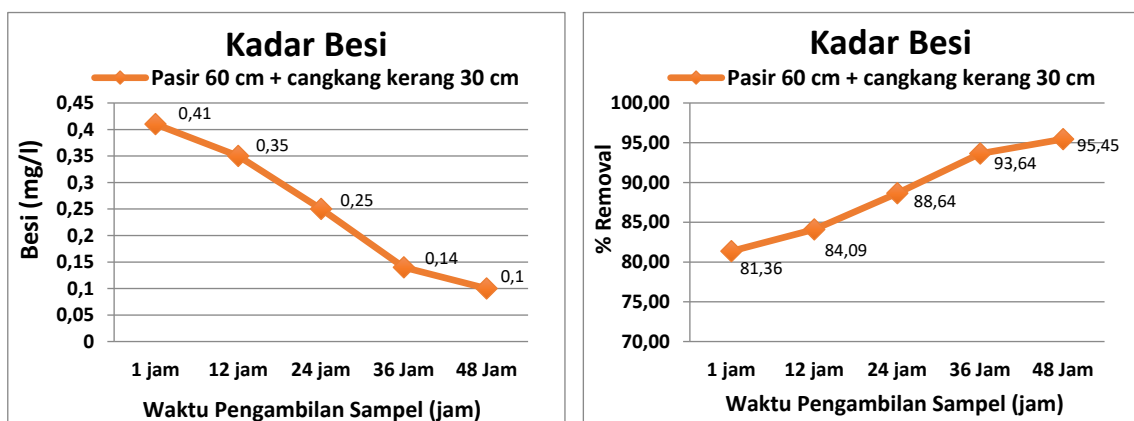
Tabel 4. Hasil Pengaruh Ketebalan, Jenis Media dan Waktu terhadap % Removal Kadar Besi (Fe)

| Reaktor | Nilai Awal (mg/l) | Hasil Akhir Nilai Besi (mg/l) | | | | | Rata-Rata (mg/l) |
|---------|-------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| | | 1 jam | 12 jam | 24 jam | 36 Jam | 48 Jam | |
| A | 2,2 | 29,55 | 34,09 | 39,55 | 40,91 | 41,36 | 37,09 |
| B | 2,2 | 81,36 | 84,09 | 88,64 | 93,64 | 95,45 | 88,64 |
| C | 2,2 | 72,73 | 76,82 | 78,64 | 81,36 | 83 | 78,45 |
| D | 2,2 | 64,09 | 65,91 | 69,55 | 71,82 | 72,73 | 68,82 |

Ket: A = pasir 60 cm; B = pasir 60 cm + cangkang kerang 30 cm; C = pasir 60 cm + cangkang kerang 20 cm; D = pasir 60 cm + cangkang kerang 10 cm

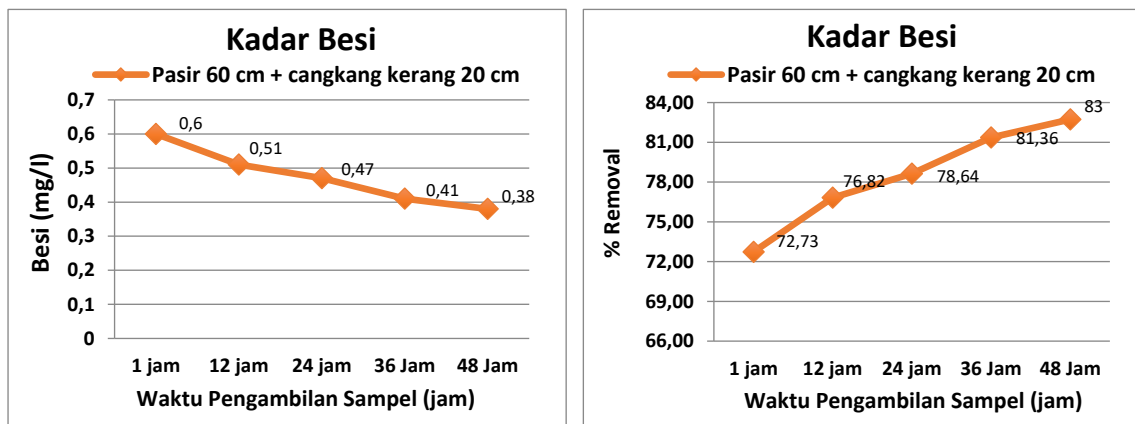


Berdasarkan grafik tersebut, didapatkan nilai kadar besi pada setiap jamnya secara berurutan 1, 12, 24, 36, 48 (jam) yaitu 1,55 mg/l; 1,45 mg/l; 1,33 mg/l; 1,3 mg/l; dan 1,29 mg/l. Sedangkan, untuk % removal pada pengambilan sampel 1, 12, 24, 36, 48 (jam) secara berurutan yaitu 29,55% ; 34,09% ; 39,55% ; 40,91%, dan 38,18%. Dari grafik tersebut terlihat terjadi penurunan pada waktu 1 jam hingga 48 jam, namun hanya terjadi penurunan sedikit pada 48 jam. Hal tersebut dikarenakan pada jam tertentu kemampuan media pasir sudah kurang efektif dalam menurunkan kadar besi. Didapatkan hasil kadar zat besi pada filter media pasir ini yang masih belum memenuhi baku mutu yaitu 1 mg/l. Hal tersebut dikarenakan pasir silica kurang mampu untuk menyerap logam berat sehingga sebelum digunakan sebaiknya perlu diaktivasi terlebih dahulu atau ditambahkan karbon aktif untuk memaksimalkan proses filtrasi (Aliaman, 2017).



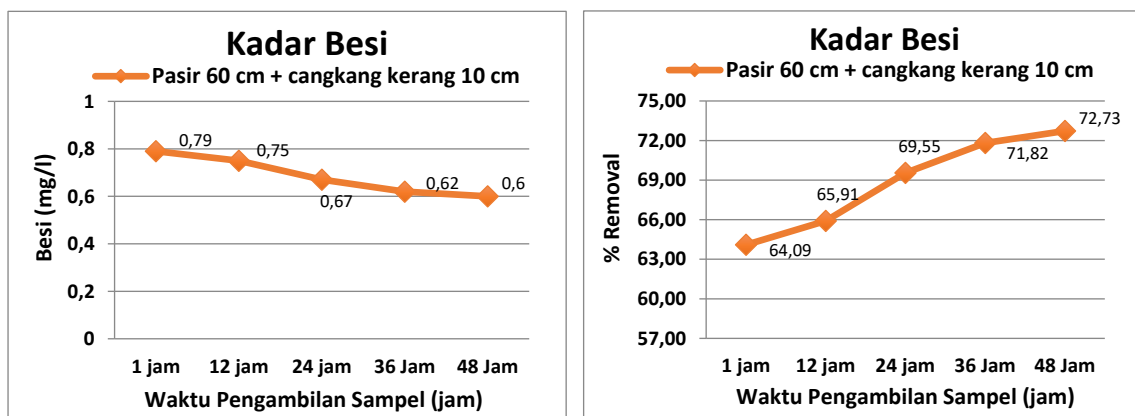
Gambar 3. Grafik Kadar Besi dan % Removal pada Filter Pasir 60 cm + Cangkang Kerang 30 cm
Sumber gambar: Penulis, 2023

Pada gambar 3 menunjukkan hasil analisa dan % removal pengolahan filtrasi yaitu pengaruh media pasir 60 cm + cangkang kerang 30 cm dan waktu pengambilan sampel terhadap kadar besi. Berdasarkan grafik tersebut, didapatkan nilai kadar besi pada setiap jamnya secara berurutan 1, 12, 24, 36, 48 (jam) yaitu 0,41 mg/l; 0,35 mg/l; 0,25 mg/l; 0,14 mg/l; dan 0,1 mg/l. Sedangkan, untuk % removal pada pengambilan sampel 1, 12, 24, 36, 48 (jam) secara berurutan yaitu 81,36% ; 84,09% ; 88,64% ; 93,64%, dan 95,45%. Dari grafik, terlihat hasil penurunannya signifikan pada setiap jamnya. Pada pengambilan sampel 48 jam adalah hasil penurunan yang paling baik pada reaktor ini.



Gambar 4. Grafik Kadar Besi dan % Removal pada Filter Pasir 60 cm + Cangkang Kerang 20 cm
 Sumber gambar: Penulis, 2023

Pada gambar 4 menunjukkan hasil analisa dan % removal pengolahan filtrasi yaitu pengaruh media pasir 60 cm + cangkang kerang 20 cm dan waktu pengambilan sampel terhadap kadar besi. Berdasarkan grafik tersebut, didapatkan nilai kadar besi pada setiap jamnya secara berurut-urut 1, 12, 24, 36, 48 (jam) yaitu 0,6 mg/l; 0,51 mg/l; 0,47 mg/l; 0,41 mg/l; 0,38 mg/l. Sedangkan, untuk % removal pada pengambilan sampel 1, 12, 24, 36, 48 (jam) secara berurutan yaitu 72,73% ; 76,82% ; 78,64% ; 81,36%, dan 83%.



Gambar 5. Grafik Kadar Besi dan % Removal pada Filter Pasir 60 cm + Cangkang Kerang 10 cm
 Sumber gambar: Penulis, 2023

Pada gambar 5 menunjukkan hasil analisa dan % removal pengolahan filtrasi yaitu pengaruh media pasir 60 cm + cangkang kerang 10 cm dan waktu pengambilan sampel terhadap kadar besi. Berdasarkan grafik tersebut, didapatkan nilai kadar besi pada setiap jamnya secara berurut-urut 1, 12, 24, 36, 48 (jam) yaitu sebesar 0,79 mg/l; 0,75 mg/l; 0,67 mg/l; 0,62 mg/l; dan 0,6 mg/l. Sedangkan, untuk % removal pada pengambilan sampel 1, 12, 24, 36, 48 (jam) secara berurutan yaitu 64,09% ; 65,91% ; 69,55% ; 71,82%, dan 72,73%.

3.2 Pembahasan

Dari hasil tersebut dapat dilihat, bahwa hasil akhir kadar besi pada reaktor pasir tanpa tambahan media cangkang kerang masih belum memenuhi standart baku mutu. Hal tersebut diduga karena media pasir efektif menyaring partikel-partikel pada air namun kurang efektif dalam menyerap logam berat. Sedangkan pada reaktor dengan variasi ketebalan cangkang kerang 10 cm, 20 cm, dan 30 cm mendapatkan hasil akhir kadar besi yang sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Dan penurunan yang terjadi juga cukup signifikan.

Menurut Siregar (2009), sebesar 7,88% SiO_2 ; 66,70% CaCO_3 ; 1,25% Al_2O_3 ; dan 22,28% MgO terkandung didalam cangkang kerang, dimana kandungan ini mampu menurunkan kadar besi yang ada didalam air. Sebelum digunakan, cangkang kerang perlu diaktivasi terlebih dahulu sebelum digunakan agar kandungan logam berat seperti besi lebih maksimal terserap atau teradsorb pada media cangkang kerang tersebut. Secara fisik, kalsium karbonat (CaCO_3) memiliki pori-pori yang dimana logam berat akan dimungkinkan terserap pada permukaan pori tersebut (Auliah, 2019).

Penggunaan ukuran partikel media juga berpengaruh dalam tingginya penyerapan logam berat. Menurut Widyanti (2009), partikel media yang berukuran semakin kecil, memiliki penyerapan kontaminan semakin banyak karena luas permukaan media tersebut semakin besar. Besi akan terserap didalam media semakin banyak, karena ukuran media yang berukuran semakin kecil akan memiliki jumlah pori yang bertambah pula. Selain itu, variasi ketebalan cangkang kerang dan waktu pengolahan juga berpengaruh terhadap penurunan kadar besi. Dimana media filter yang semakin tinggi atau tebal, maka kadar besi juga akan ikut menurun. Karena semakin tebal media filter maka air juga semakin lama melewati media filter tersebut.

4. KESIMPULAN

Reaktor pasir tanpa media cangkang kerang didapatkan hasil kurang efektif dalam menurunkan kadar besi karena penurunan yang terjadi belum signifikan dan kadar besi masih belum memenuhi baku mutu. Sedangkan, pada reaktor yang menggunakan variasi ketebalan cangkang kerang hasilnya cukup efektif terutama pada ketebalan cangkang kerang 30 cm dengan % removal hingga 95%. Hal ini dikarenakan semakin media filter tersebut tebal atau tinggi, maka efektivitas penurunannya juga semakin tinggi.

5. REFERENCES

- Aliaman. 2017. Pengaruh Absorpsi Karbon Aktif dan Pasir Silika Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe), Fosfat (PO_4), Dan Deterjen Dalam Limbah Laundry. Yogyakarta: Skripsi Universitas Negeri Yogyakarta.
- Auliah, I. N., Khambali, K., & Sari, E. (2019). Efektivitas Penurunan Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur dengan Filtrasi Serbuk Cangkang Kerang Variasi Diameter Serbuk. *Jurnal Penelitian Kesehatan. Journal of Health Research "Forikes Voice"*, 10(1), 25-33.
- Chrisafitri, A., & Karnaningroem, N. (2012). Pengolahan Air Limbah Pencucian Mobil dengan Reaktor Saringan Pasir Lambat dan Karbon Aktif. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Effendi, Hefni. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta. Sungai Pada Kawasan DAS Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka. 3(2): 58-66.

- Mashadi, A., Surendro, B., Rakhmawati, A., & Amin, M. (2018). Peningkatan Kualitas Ph, Fe Dan Kekeruhan Dari Air Sumur Gali Dengan Metode Filtrasi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2), 105-113.
- Nur, Risal. (2011). Pemanfaatan Tanaman Enceng Gondok dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali/Bor (Eksperimen). Makassar: Program Diploma III Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Makassar. (KTI tidak diterbitkan).
- Ramli, Romy Jusan. (2021). Analisis Kualitas Air Sungai Bulian Menggunakan Media Filtrasi dengan Metode *Slow Sand Filter* (SSF). Universitas Batanghari, Jambi.
- Siregar, S. M. (2009). Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi terhadap Karakteristik Beton Polimer. Medan: Tesis Universitas Sumatera Utara.
- Syahrir, S., Sugianto, S., & Irwan, I. (2018). Studi Penurunan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Melalui Media Filter Pasir Kuarsa Malimpung. In *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)* (Vol. 3, No. 1).
- Widyanti, P. (2009). Pemanfaatan Kitosa dari Cangkang Kerang Rajungan pada Proses Adsorpsi Logam Nikel dari Larutan NiSO₄. Skripsi. Jakarta: Jurusan Teknik Kimia. Universitas Indonesia.