

STUDI PENURUNAN KADAR BAKTERI *E. COLI* DENGAN METODE PENGABUNGAN *BIOSAND FILTER* DAN ARANG SEKAM PADI STUDI KASUS SUNGAI BRANGKONGAN DESA RINGINANOM TEMANGGUNG

Anisa Azki Adhia¹, Muhammad Amin², Arrizka Yanuar Adipradana³
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar,
E-mail: anisa.azki.adhia@students.untidar.ac.id¹, muhhammadamin@untidar.ac.id²,
arrizka.yanuar@untidar.ac.id³

ABSTRAK

Krisis air bersih di Pulau Jawa diperkirakan akan meningkat hingga 2030. Hal ini disebabkan karena perubahan iklim dan adanya pencemaran air. Sungai Brangkongan merupakan salah satu sungai yang tercemar bakteri *E. Coli* yang melebihi ketentuan Permenkes No 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Untuk Keperluan Higiene Sanitasi. Modifikasi biosand filter (MBSF) merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi bakteri *E. Coli*. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental pembuatan BSF dengan arang sekam padi berukuran 30×30×100 cm sebanyak 3 buah dengan variasi ketebalan arang sekam padi pada Filter A 15 cm, Filter B 26 cm dan Filter C 37 cm. Waktu kontak pada masing - masing filter air adalah 20, 40 dan 60 menit. Analisis data yang digunakan adalah statistik, Regresi, Rancangan Acak Lengkap, Uji Duncan dan Uji Kontras Ortogonal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penurunan bakteri *E. Coli* pada Filter A ditemukan 91.25%, Filter B 95% dan Filter C 54,17%, kemudian semakin lama waktu kontak maka fungsi filter air semakin menurun dan ketebalan arang sekam padi tidak berpengaruh signifikan terhadap penurunan bakteri *E. Coli*. Koefisien Keragamannya sebesar 20,45% dan adanya arang sekam padi memiliki pengaruh yang nyata terhadap penurunan kadar bakteri *E. Coli*. Filter B dengan waktu kontak 40 menit merupakan filter air yang paling baik dalam menurunkan kadar bakteri *E. Coli*.

Kata kunci : bakteri escherichia coli, biosand filter, kualitas air

ABSTRACT

The clean water crisis in Java is estimated to increase until 2030. This is due to climate change and water pollution. The Brangkongan River is one of the rivers contaminated with E. Coli bacteria which exceeds the threshold of the Minister of Health Regulation No. 32 of 2017 concerning Quality Standards for Sanitary Hygiene Needs. Modified biosand filter (MBSF) is an alternative to reduce E. Coli bacteria. The method used is an experimental method of making BSF with 3 rice husk ash measuring 30×30×100 cm with variations in the thickness of rice husk ash at Filter A 15 cm, Filter B 26 cm and Filter C 37 cm. The contact time for each water filter is 20, 40 and 60 minutes. Analysis of the data used are statistics, Regression, Completely Randomized Design, Duncan's Test and Orthogonal Contrast Test. The results showed that the efficiency of reducing E. Coli bacteria in Filter A was found to be 91.25%, Filter B 95% and Filter C 54.17%, then the longer the contact time, the water filter function decreases and the thickness of rice husk ash does not significantly affect the decrease in E. Coli bacteria. The diversity coefficient is 20.45% and the presence of rice husk ash has a

significant effect on decreasing of E. Coli bacteria contaminans. Filter B with a contact time of 40 minutes is the best water filter in reducing of E. Coli bacteria contaminant.

Keyword: *escherichia coli bacteria, biosand filter, water quality.*

PENDAHULUAN

Sungai Brangkongan merupakan salah satu sungai dengan kadar bakteri E. Coli yang melebihi ketentuan. Bakteri E. coli merupakan jenis bakteri yang terdapat di manusia dan di usus bagian bawah hewan yang berdarah panas. Jenis bakteri tersebut dapat menyebabkan timbulnya berbagai permasalahan kesehatan manusia seperti penyakit pernapasan, diare, pneumonia, infeksi saluran kemih, dan penyakit yang lain [1].

Perkembangan teknologi water treatment berjalan secara pesat dalam satu dekade terakhir, termasuk bahan filtrasi yang digunakan, namun, penelitian lebih mengarah pada jenis sand filter untuk treatment sifat fisik air sungai.

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan di atas, maka perlu adanya pengolahan air sungai, salah satu pengolahan air sungai yang dapat digunakan adalah menggunakan metode penggabungan biosand filter dan arang sekam padi yang merupakan metode dengan pengolahan secara biologi yaitu dengan menggunakan lapisan biofilm dalam biosand filter ditambahkan dengan arang sekam padi pada susunan lapisan media filter air.

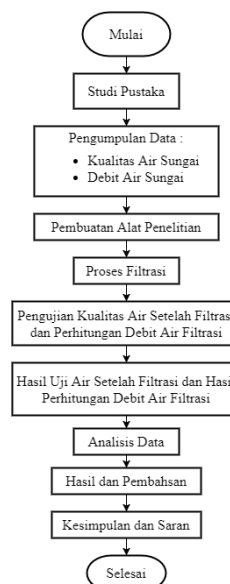
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh metode penggabungan biosand filter dengan arang sekam padi terhadap penurunan kadar bakteri E. Coli, serta untuk menentukan ketebalan lapisan arang sekam padi yang paling baik dalam menurunkan kadar bakteri E. Coli.

Biosand filter (BSF) adalah salah satu cara pengolahan air yang diterapkan pada titik digunakan dan telah diklasifikasikan sebagai salah satu pilihan pengolahan air utama yang paling populer, karena efektivitasnya, kesederhanaan operasi, kemudahan konstruksi, dan potensi penggunaan bahan lokal. Filter biosand

memiliki kemampuan untuk menghilangkan mikroorganisme tinja di bawah kekeruhan yang berbeda kondisi. Ini adalah pengolahan air point-of-use yang andal. Namun, dalam beberapa kasus, filtrat masih memiliki beberapa mikroorganisme. Sebagai langkah tambahan untuk meningkatkan keamanan mikrobiologis, pelengkap langkah desinfeksi point-of-use dapat digunakan [2] Biosand Filter telah terbukti mengurangi kadar Escherichia Coli pada air sungai sebanyak 91.2% [3].

Pemanfaatan sekam padi merupakan salah satu media filtrasi untuk mengurangi limbah yang merugikan lingkungan. Sekam padi yang akan dijadikan media filtrasi akan dibakar terlebih dahulu menjadi arang sekam padi. Penelitian di sungai Martapura menggunakan arang sekam padi ternyata dapat menurunkan kadar bakteri E. Coli [4].

METODE



Metode yang digunakan adalah 3 jenis filter dengan variasi ketebalan lapisan arang sekam padi yang berbeda-beda yaitu Filter A dengan ketebalan arang sekam padi 15 cm, Filter B dengan ketebalan arang sekam padi

26 cm dan Filter C dengan ketebalan arang sekam padi 37 cm, serta waktu kontak pada masing- masing filter adalah 20 menit, 40 menit dan 60 menit.

1. Alat dan Bahan

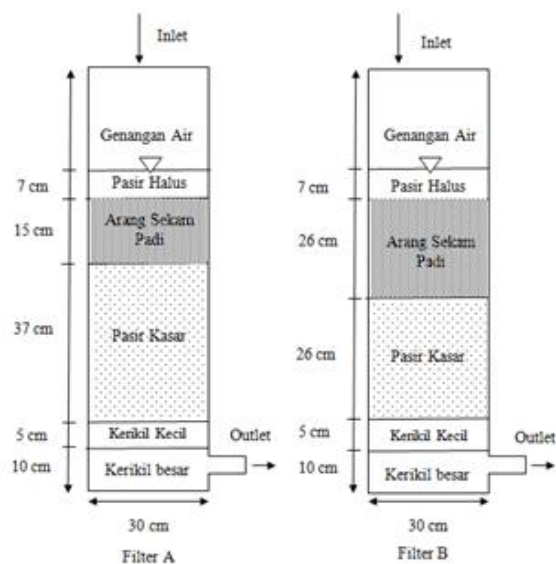
Reaktor biosand filter dibuat dari kaca aquarium dengan ukuran 30cm × 30 cm × 100 cm pada setiap filternya dan media partisi filter. Kemudian bahan yang diperlukan adalah kerikil dengan diameter 10 mm, kerikil dengan diameter 5 mm, pasir kasar, arang sekam padi dan pasir halus. Detail penyusunan lapisan media di setiap filter ditunjukkan pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**.

2. Penggunaan Biosand Filter

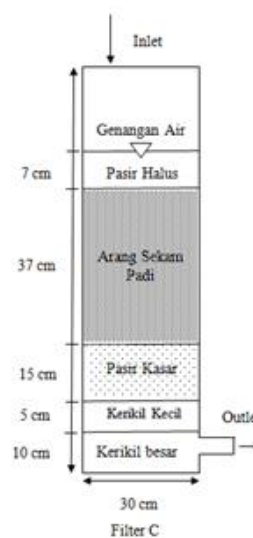
Langkah penggunaan Biosand Filter adalah sebagai berikut ini :

1. Mencuci pasir pasir dan kerikil hingga bersih menggunakan air bersih yang sudah dimasak terlebih dahulu, kemudian menjemurnya hingga kering.
2. Mengisi alat penelitian menggunakan pasir halus setebal 7 cm, arang sekam padi pada Filter A 15 cm, Filter B 26 cm dan Filter C 37 cm, kemudian pasir kasar pada Filter A 37 cm, Filter B 26 cm dan Filter C 15 cm, kerikil kecil 5 cm dan kerikil besar 10 cm.
3. Membentuk lapisan biofilm atau lapisan lendir schmutzdecke pada genangan air tersebut, dengan cara, pertama genangan air tersebut harus terus ada, umumnya kecepatan penapisan saringan yang baik adalah 5-10 cm (tinggi air) per jam. Lapisan lendir “schmutzdecke” akan terbentuk 1-2 minggu pada suhu 21°C. Setelah lapisan lendir “schmutzdecke” terbentuk, maka pengujian dapat dilakukan.
4. Mengalirkan air sungai ke dalam filter air, kemudian dengan sendirinya air akan tersaring hingga lapisan paling akhir.
5. Menyiapkan wadah untuk menampung air hasil filtrasi dari kran dengan waktu kontak pada masing-masing Filter A, B dan C adalah selama 20 menit, 40 menit dan 60 menit.

6. Menguji kualitas air pada hasil filtrasi.
7. Menglisis data hasil uji kualitas air sebelum dan sesudah filtrasi. Untuk parameter yang diteliti adalah kadar Bakteri E. Coli.



Gambar 1 Detail Susunan Lapisan Media pada Filter A dan Filter B



Gambar 2 Detail Susunan Lapisan Media pada Filter C

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Awal Air Sungai

Hasil pengujian awal kualitas air sungai untuk parameter biologi ditunjukkan pada **Tabel 1** dan untuk parameter fisika dan kimia ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 1 Hasil Awal Uji Kualitas Air Parameter Biologi

No Lab	Parameter	Satuan	Kadar Max Yang Diperbolehkan	Hasil Pemeriksaan
97	Galangan Coli	MPN/100ml	410	>2400
	Sisa Chlor	MPN/100ml	0	0
	Ph	mg/l	6,5-8,5	6,8

Tabel 2 Hasil Uji Awal Kualitas Air Parameter Fisika dan Kimia

No	Parameter	Satuan	Kadar Max Yang Diperbolehkan	Hasil Pemeriksaan
A. Fisika				
1	Suhu	°C	Suhu Udara ± 3	26.7
2	Jumlah Zat Padat			
	Terlarut (TDS)	Mg/dl	1000	281
3	Kekeruhan	Skala NTU	25	2
4	Rasa			Tidak Berasa
5	Warna	Skala TCU	50	0
6	Bau			Tidak Berbau
B. Kimia				
1	Besi	Mg/l	1	0,04
2	Nitrat	Mg/l	10	0,7
3	Nitrit	Mg/l	1	0,15
4	Chlorida	Mg/l	250	0,3
5	Ph	Mg/l	6,5-8,5	6,9
6	Mangan	Mg/l	0,5	0,071
7	Temabga	Mg/l	2	0,7

Kadar maksimal yang diperbolehkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No 32 Tahun 2017 [5]

Berdasarkan **Tabel 1** dan **Tabel 2** dapat dilihat bahwa untuk parameter fisika dan parameter kimia sudah memenuhi syarat, sedangkan untuk parameter biologi belum memenuhi syarat, jadi masih perlu adanya pengolahan air terlebih dahulu sebelum digunakan. Bentuk pengolahan air yang dapat dilakukan untuk mengatasi kadar bakteri *E. Coli* yang tinggi adalah dengan menggunakan metode penggabungan biosand filter dan arang sekam padi.

2. Perhitungan Laju Filtrasi Masing-Masing Filter

Perhitungan debit air filter dilakukan dengan cara menghitung waktu yang diperlukan guna memenuhi penampungan air berkapasitas 1 liter. Data debit air filter ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Perhitungan Debit Air Filter

Filter	Volume (liter)	Waktu (detik)	Debit Air (liter/detik)
A	1	49.25	0.0203
B	1	96.5	0.0104
C	1	164.65	0.0061

Berdasarkan **Tabel 3** dapat dilihat bahwa Filter C merupakan filter dengan debit tercepat kemudian baru Filter B dan yang terakhir Filter A. Debit air pada Filter C lebih cepat disebabkan karena kerapatan media filter yang lebih besar yaitu ketebalan arang sekam padi 37 cm sehingga air lebih cepat melewatinya, sedangkan pada Filter A dengan ketebalan arang sekam padi 15 cm kerapatannya kecil sehingga air cukup lama melewatinya. Untuk Filter B ketebalan arang sekam padi 26 cm.

3. Hasil Pengujian Air Sungai Setelah Filtrasi

Hasil pengujian air sungai setelah dilakukan filter menggunakan metode penggabungan biosand filter dan arak sekam padi dengan 3 jenis variasi ketebalan lapisan yaitu arang sekam padi 15 cm, 26 cm dan 37 cm serta waktu kontak selama 20 menit, 40 menit dan 60 menit. Hasil pengujian ditunjukkan pada **Tabel 4**

Tabel 4 Hasil Uji Setelah Filtrasi

Filter	Waktu Kontak (Menit)	Kadar Bakteri E. Coli (MPN/100ml)
A	20	225
	40	210
	60	2400
B	20	150
	40	120
	60	210
C	20	1100
	40	1100
	60	2400

4. Analisis Efisiensi Penurunan Kadar Bakteri *E. Coli*

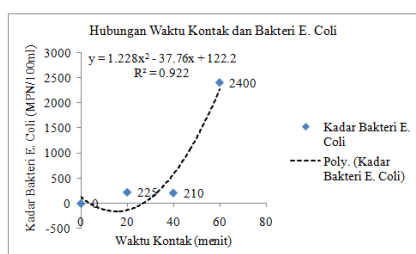
Hasil perhitungan efisiensi penurunan kadar bakteri *E. Coli* ditunjukkan pada **Tabel 5**.

Tabel 5 Efisiensi Penurunan

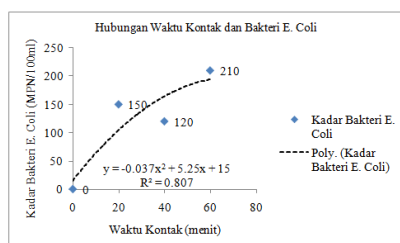
Filter	Ketebalan Lapisan Arang Sekam Padi (cm)	Kadar Bakteri E. Coli Awal (MPN/100ml)	Kadar Bakteri E. Coli Akhir (MPN/100ml)	Efisiensi Penurunan (%)
A	15	2400	225	90.63
		2400	210	91.25
		2400	2400	0
B	26	2400	150	93.75
		2400	120	95
		2400	210	91.25
C	37	2400	1100	54.17
		2400	1100	54.17
		2400	2400	0

5. Analisis Regresi

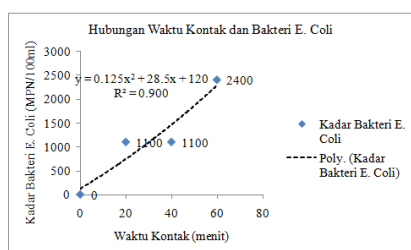
Hasil analisis regresi tentang hubungan waktu kontak dan penurunan kadar bakteri E. Coli pada masing masing filter Filter A ditunjukkan pada **Gambar 2**, Filter B ditunjukkan pada **Gambar 3** dan Filter C ditunjukkan pada **Gambar 4**.



Gambar 2 Hubungan Waktu Kontak dan Penurunan Bakteri E. Coli Pada Filter A



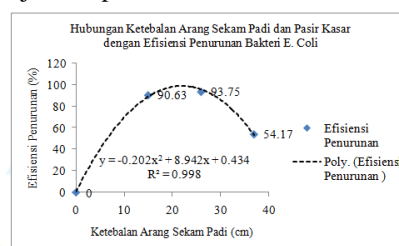
Gambar 3 Hubungan Waktu Kontak dan Penurunan Bakteri E. Coli Pada Filter B



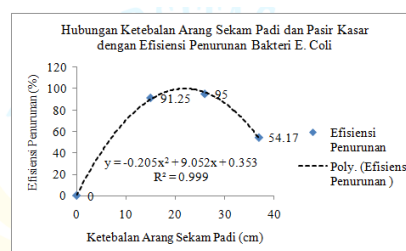
Gambar 4 Hubungan Waktu Kontak dan Penurunan Bakteri E. Coli Pada Filter C

Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak, maka fungsi filter semakin menurun, sehingga kualitas air yang dihasilkan semakin buruk.

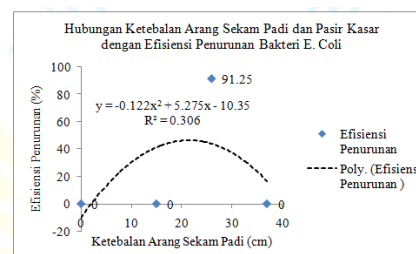
Hasil analisis regresi tentang hubungan ketebalan lapisan ketebalan arang sekam padi dan pasir kasar dengan efisiensi penurunan kadar bakteri E. Coli pada waktu kontak 20 menit ditunjukkan pada **Gambar 5**, pada waktu kontak 40 menit ditunjukkan pada **Gambar 6** dan pada waktu 60 menit ditunjukkan pada **Gambar 7**.



Gambar 5 Hubungan Ketebalan Arang Sekam Padi dan Pasir Kasar dengan Efisiensi Penurunan Kadar Bakteri E. Coli Pada Waktu Kontak 20 Menit



Gambar 6 Hubungan Ketebalan Arang Sekam Padi dan Pasir Kasar dengan Efisiensi Penurunan Kadar Bakteri E. Coli Pada Waktu Kontak 40 Menit



Gambar 7 Hubungan Ketebalan Arang Sekam Padi dan Pasir Kasar dengan Efisiensi Penurunan Kadar Bakteri E. Coli Pada Waktu Kontak 60 Menit

Hasil analisis menunjukkan bahwa Filter B merupakan filter yang paling baik dalam menurunkan kadar bakteri *E. Coli*.

6. Uji Rancangan Acak Lengkap

Dari hasil perhitungan ditunjukkan bahwa nilai $F\text{-Tabel} < F\text{-Hitung}$ maka H_0 ditolak yang berarti berbeda sangat nyata. serta Koefisien Keragamaman (KK) sebesar 20,45% [6].

7. Uji Jarak Berganda Duncan

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa semua rata - rata kelompok antar jenis filter menunjukkan adanya perbedaan secara signifikan atau berbeda nyata [7].

8. Uji Kontras Ortogonal

Dari hasil perhitungan didapatkan hasil $F\text{-Hitung} > F\text{-Tabel}$ sehingga H_0 ditolak yang berarti arang sekam padi memiliki pengaruh yang nyata terhadap penurunan kadar bakteri *E. Coli*.

SIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisis data, pengaruh penggabungan arang sekam padi dengan biosand filter melalui ketebalan lapisan arang sekam padi terhadap penurunan kadar bakteri *E. Coli* adalah sangat berpengaruh karena lapisan arang sekam padi pada Filter A mampu menurunkan kadar bakteri sebesar 91.25%, kemudian Filter B mampu menurunkan kadar bakteri sebesar 95% dan Filter C hanya mampu menurunkan kadar bakteri sebesar 54.17%. Untuk waktu kontak, semakin lama waktu kontak maka kualitas air akan menurun. Berdasarkan hasil uji kualitas air setelah filtrasi dan analisis data didapatkan bahwa Filter B adalah filter yang paling baik dalam menurunkan kadar bakteri *E. Coli*.
2. Berdasarkan hasil uji kualitas air setelah filtrasi dan analisis data didapatkan bahwa Filter B adalah filter yang paling baik dalam menurunkan kadar bakteri *E. Coli*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andi Daramusseng, S. (2021). Studi Kualitas Air Sungai Karang Mumus Ditinjau dari Parameter *Escherichia coli* Untuk Keperluan Higiene Sanitasi. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* 20 (1), 2021, 1 – 6 DOI : 10.14710/jkli.20.1.1-6 ISSN : 1412-4939 , 1-6.
- [2] Daniela A. Duran Romero, M. C. (2020). Biosand Filter as a Point-of-Use Water Treatment Technology : Influence of Turbidity on Microorganism Removal Efficiency. *Water*, MDPI, doi:10.3390/w12082302 .
- [3] Diah Ayu Wulandari, P. N. (2019). Penurunan Kadar Bakteri *E.coli* dengan Metode Biosand Filter Pada Air Sungai Untuk Penyediaan Air Bersih di Rumah Sakit Pertamina Bintang Amin Bandar Lampung. *Jurnal Rekayasa, Teknologi, dan Sains* Volume 3 Nomor 1, Januari 2019 , 42-45.
- [4] A., Syarifudin. (2017). Penurunan Bakteri *Coli* pada Air Sungai Martapura Menggunakan Saringan Arang Sekam Padi. *Jurnal Kesehatan Lingkungan: Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan* VOL.14, 1 , 391.
- [5] Peraturan Menteri Kesehatan No.32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum. (n.d.).
- [6] Adinugraha, B. S. and Wijayaningrum, T. N. (2017) 'Rancangan Acak Lengkap Dan Rancangan Acak Kelompok Pada Bibit Ikan', *Seminar Nasional Pendidikan, Sains dan Teknologi UMS*, pp. 47–56.
- [7] Hussain, Z. (2019). Comparative Study on Breaking Strength of Burnt Clay Bricks Using Novel Based Completely Randomized Design (CRD). *Civil Engineering Journal* Vol. 5, No. 5, May, 2019 , 1162-1174.