

## VARIASI KETEBALAN MEDIA PADA BIOSAND FILTER TERHADAP PENURUNAN BAKTERI COLIFORM PADA AIR BERSIH DI PACKING HOUSE XYZ

### *Variation of Biosand Filter Media Thickness to Reducing Coliform Bacteria in Clean Water in Packing House XYZ*

Hana Fatni Nurhanifah<sup>1\*)</sup>, Neneng Yety Hanurawaty<sup>2</sup>, Lubis Bambang Purnama<sup>3</sup>

<sup>1\*)</sup> Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Bandung, Email: [hanafatni12@gmail.com](mailto:hanafatni12@gmail.com)

<sup>2</sup> Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Bandung, Email: [nenengyetti@yahoo.com](mailto:nenengyetti@yahoo.com)

<sup>3</sup> Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Bandung, Email: [lubisbambangpur@gmail.com](mailto:lubisbambangpur@gmail.com)

#### ABSTRACT

*The need for clean water used for sanitation and production facilities in the Packing House XYZ comes from drilled wells. The water quality contains Coliform Bacteria contaminants. Plans to deal with this problem can use several ways, one of which is a Biosand Filter. This study aims to determine the variation of media thickness on Biosand Filter to decrease Coliform Bacteria in clean water. This type of research is experimental with a post test with control research design. Variations in thickness of the Biosand Filter media used were 80 cm (60:10:10), 95 cm (65:15:15) and 110 cm (70:20:20) whose composition was silica sand: coconut shell activated carbon: gravel. After the One Way Anova test, the P value was 0.928 ( $\alpha > 0.05$ ) so that there was no significant difference in the variation in the thickness of the filter media. The variation of media thickness in Biosand Filter which is the greatest in reducing Coliform Bacteria is at a media thickness of 110 cm reaching 95.33% so that the Biosand Filter is good at reducing Coliform Bacteria to below the quality standard. It is recommended for the industry to use a Biosand Filter with a media thickness of 80 cm as an alternative to reduce Coliform Bacteria and further research needs to be carried out using different sand and activated carbon media.*

**Key words:** Clean Water, Biosand Filter, Media Thickness, Coliform Bacteria

#### ABSTRAK

Kebutuhan air bersih yang digunakan untuk keperluan sarana sanitasi dan produksi di *Packing House XYZ* berasal dari sumur bor. Kualitas air tersebut mengandung pencemar Bakteri Coliform. Rencana untuk menangani masalah tersebut, dapat menggunakan beberapa cara salah satunya dengan *Biosand Filter*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi ketebalan media pada *Biosand Filter* terhadap penurunan Bakteri Coliform pada air bersih. Jenis penelitian ini eksperimental dengan desain penelitian *posttest with control*. Variasi ketebalan media *Biosand Filter* yang digunakan adalah 80 cm (60:10:10), 95 cm (65:15:15) dan 110 cm (70:20:20) yang susunannya adalah pasir silika:karbon aktif tempurung kelapa:kerikil. Setelah dilakukan uji *One Way Anova* didapatkan hasil P value 0,928 ( $\alpha > 0,05$ ) sehingga tidak ada perbedaan signifikan variasi ketebalan media saring. Variasi ketebalan media pada *Biosand Filter* yang paling besar dalam menurunkan Bakteri Coliform berada pada ketebalan media sebesar 110 cm mencapai 95,33% sehingga *Biosand Filter* sudah baik menurunkan Bakteri Coliform hingga berada dibawah baku mutu. Disarankan untuk industri menggunakan *Biosand Filter* dengan ketebalan media 80 cm sebagai alternatif menurunkan Bakteri Coliform dan perlu dilakukan penelitian selanjutnya

menggunakan media pasir dan karbon aktif berbeda.

**Kata Kunci:** Air Bersih, *Biosand Filter*, Ketebalan Media, Bakteri *Coliform*

## PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan mendasar bagi manusia. Keseharian manusia bergantung pada air. Air digunakan untuk kegiatan sehari-hari seperti mencuci, mandi, kakus, minum dan lain sebagainya<sup>1</sup>. Kebutuhan air yang berhubungan dengan bidang pertanian dan perkebunan seperti untuk kebutuhan persemaian, penyiraman, pembersihan sayuran dan lain sebagainya. Semakin banyaknya kebutuhan persediaan air, maka perlu dilakukan pemeriksaan kuantitas dan kualitas air untuk kebutuhan manusia dan kegiatannya. Apabila air yang digunakan mengalami kekurangan dan kualitas menurun dapat berdampak kepada manusia<sup>2</sup>.

Sayuran yang sudah dipanen dari perkebunan akan dikirimkan ke *Packing House XYZ*. Hasil panen tersebut sebagian akan disimpan di gudang dan storage (ruang pendingin) dan sebagian lainnya akan dikemas sesuai dengan banyaknya pesanan yang masuk. Beberapa sayuran yang perlu dibersihkan dan membutuhkan air agar tetap segar seperti jahe, lengkuas, kunyit, kangkung dan lain sebagainya akan dicuci terlebih dahulu dengan air bersih. Air bersih yang tersedia di *Packing House XYZ* bersumber dari sumur bor yang ditarik menggunakan pompa menuju toren berkapasitas 1000 liter sebelum akhirnya didistribusikan untuk kebutuhan sarana sanitasi dan produksi.

Sayuran memiliki potensi dicemari oleh kotoran manusia, seperti Bakteri *Coliform* yang merupakan indikasi pencemaran air bersih dikarenakan feses. Keberadaan Bakteri *Coliform* pada sayuran dapat menyebabkan bau yang tidak sedap serta berpotensi sebagai perantara penyakit terhadap manusia<sup>3</sup>. Bakteri *Coliform* merupakan salah satu indikator pencemaran terhadap kualitas air bersih. Apabila ditemukan jumlah Bakteri *Coliform* yang

cukup banyak maka dapat memungkinkan keberadaan organisme patogen lain, virus atau protozoa yang merupakan parasit yang hidup dalam sistem pencernaan manusia dan terkandung dalam feses juga tumbuh disana<sup>4</sup>. Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium yang dilakukan pada tanggal 28 April 2021 didapatkan hasil bahwa air bersih mengandung Bakteri *Coliform* sebesar 238/100 ml. Hasil pemeriksaan ini menunjukkan bahwa air bersih di *Packing House XYZ* belum memenuhi standar baku mutu yang tertera pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum dimana nilai ambang batas untuk Bakteri *Coliform* adalah 50/100 ml<sup>5</sup>.

Penggunaan *Biosand Filter* merupakan salah satu cara pengurangan bakteriologis pada air dengan memanfaatkan saringan pasir yang merupakan turunan dari saringan pasir lambat (*slow sand filter*). *Biosand Filter* tidak membutuhkan lahan yang luas, keuntungan lain dari teknologi ini adalah biaya yang murah, memerlukan sedikit pemeliharaan dan beroperasi secara gravitasi<sup>6</sup>. *Biosand Filter* dapat menurunkan bakteri patogen melalui proses yang sama dengan saringan pasir lambat<sup>7</sup>. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Diah Ayu Wulandari, Panisean Nasoetion dan Martina Letare (2019) penggunaan *Biosand Filter* dengan diameter pasir 1 mm – 6 mm menggunakan berbagai variasi ketebalan yaitu sebesar 15 cm, 30 cm, 45 cm, 60 cm dan 75 cm. Kandungan awal bakteri *Escherichia Coli* yang terkandung pada air sungai sebesar 640/100 ml. Setelah dilakukan penelitian, pada ketebalan 75 cm mendapatkan penurunan bakteri *Escherichia Coli* mencapai 56/100 ml yang apabila dipersentasekan sebesar 91.2%<sup>8</sup>.

Media karbon aktif tempurung kelapa menjadi pilihan dikarenakan dapat menjernihkan air lebih baik dibandingkan dengan pasir<sup>9</sup>. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fissa Septy Primawati dan Suparno (2016), penggunaan karbon aktif tempurung kelapa dalam sistem FAS (Filtrasi, Absorpsi dan Sedimentasi) dapat menjernihkan air groundtank LPPMP UNY. Kandungan awal Bakteri Coliform pada air bersih sebesar 210/100 ml dan setelah dilewatkan pada sistem FAS jumlah Bakteri Coliform turun hingga mencapai 9/100 ml<sup>10</sup>.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi ketebalan media *Biosand Filter* terhadap penurunan Bakteri *Coliform* pada air bersih. Penelitian ini menggunakan variasi ketebalan media *Biosand Filter* sebesar 15 cm untuk melihat pengaruh penurunan Bakteri *Coliform* pada air bersih dengan susunan media *Biosand Filter* adalah pasir silika:karbon aktif tempurung kelapa:kerikil dengan ketebalan pada reaktor pertama setiap medianya berturut-turut (60:10:10) cm, pada reaktor kedua setiap medianya berturut-turut (65:15:15) cm dan pada reaktor ketiga setiap medianya berturut-turut (70:20:20) cm.

## METODE

Berdasarkan jenis penelitian yang akan dilakukan dikategorikan dalam penelitian true eksperimen (eksperimen sungguhan). Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan *post test with Control Design*. Sampel dari penelitian ini adalah seluruh air bersih yang berada di *Packing House XYZ* dengan jumlah keseluruhan 6L air bersih. Teknik

pengambilan sampel yang dilakukan peneliti adalah *grab sampling*. Setiap sampel ditempatkan ke dalam botol sampel yang berbeda kemudian diperiksa pada Laboratorium menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) untuk mengetahui jumlah Bakteri *Coliform*.

Analisis data yang digunakan menggunakan analisis univariat untuk menganalisis hasil uji dengan data numerik yang ada dan analisis bivariat berupa uji *One Way Anova* untuk melihat apakah terdapat perbedaan yang bermakna antara variasi ketebalan media *Biosand Filter* dengan penurunan Bakteri *Coliform* pada air bersih.

## HASIL

Penelitian dilakukan pada air bersih di *Packing House XYZ* dengan menggunakan *Biosand Filter* untuk menurunkan angka Bakteri *Coliform* pada air bersih. Pengambilan sampel dilakukan dalam satu hari, pada pukul 10.00 – 12.00. Pengambilan sampel berupa air baku sebagai kontrol di kran inlet sebelum dilakukannya proses *Biosand Filter* sedangkan pengambilan sampel *post test* dilakukan pada kran outlet setelah air melewati proses *Biosand Filter*. Sampel kontrol dan *post test* air bersih selanjutnya dikirim ke laboratorium untuk dilakukan pemeriksaan jumlah Bakteri *Coliform* pada air bersih.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh data sebagai berikut:

### Hasil Pemeriksaan Bakteri *Coliform* pada Air Bersih

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Bakteri *Coliform* pada Air bersih *Packing House XYZ*

Pengulangan Ke-	Kontrol	Hasil Pengukuran Bakteri <i>Coliform</i> (MPN/100ml)		
		80 cm	95 cm	110 cm
1	230	33	12	23
2	130	23	16	16
3	196	5	23	2
4	192	5	23	9
5	230	16	1	0
6	160	23	1	0
Jumlah	1.138	105	76	50

<b>Rata-rata</b>	<b>189</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>8</b>
------------------	------------	-----------	-----------	----------

Berdasarkan Tabel 1 jumlah Bakteri *Coliform* pada kontrol (air baku) memiliki rata-rata 189/100 ml. Setelah diberikan perlakuan pada ketebalan media 80 cm hasil pengukuran Bakteri *Coliform* rata-rata

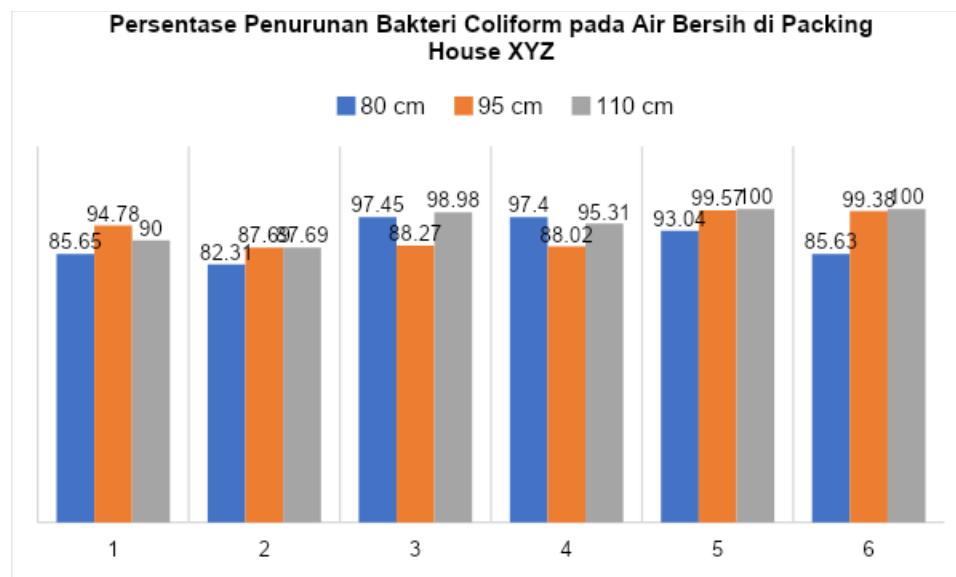
sebesar 17 /100 ml. Pada ketebalan media 95 cm hasil pengukuran Bakteri *Coliform* rata-rata sebesar 12/100 ml dan pada ketebalan media 110 cm hasil pengukuran Bakteri *Coliform* rata-rata sebesar 8/100 ml

**Tabel 2. Hasil Persentase Penurunan Bakteri *Coliform* pada Air bersih *Packing House* XYZ**

Pengulangan Ke-	Selisih penurunan Bakteri <i>Coliform</i> (Jumlah / 100 ml)			Persentase Penurunan Bakteri <i>Coliform</i> (%)		
	80 cm	95 cm	110 cm	80 cm	95 cm	110 cm
1	197	218	207	85,65	94,78	90
2	107	114	114	82,31	87,69	87,69
3	191	173	194	97,45	88,27	98,98
4	187	169	183	97,40	88,02	95,31
5	214	229	230	93,04	99,57	100
6	137	159	160	85,63	99,38	100
<b>Jumlah</b>	<b>1.033</b>	<b>1.062</b>	<b>1.088</b>	<b>541,48</b>	<b>557,71</b>	<b>571,98</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>172</b>	<b>177</b>	<b>181</b>	<b>90,25</b>	<b>92,95</b>	<b>95,33</b>

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui persentase penurunan jumlah Bakteri *Coliform* setelah diberikan perlakuan pada ketebalan media 80 cm yaitu dengan rata-rata persentase sebesar 90,25%. Pada

ketebalan media 95 cm dengan persentase rata-rata sebesar 92,95% dan pada ketebalan media 110 cm dengan persentase rata-rata sebesar 95,33%.



**Gambar 1. Persentase Penurunan Bakteri *Coliform* Pada Air Bersih di *Packing House* XYZ**

Berdasarkan Grafik 1 persentase penurunan Bakteri *Coliform* pada pengulangan pertama hingga keempat terlihat masih fluktuatif atau berubah-ubah. Hal ini dapat disebabkan pada proses awal atau waktu awal penyisihan Bakteri *Coliform*, *Biosand Filter* masih beradaptasi dengan air uji. Sehingga pada pengulangan kelima dan keenam, *Biosand Filter* sudah beradaptasi dengan air uji dan menghasilkan penurunan bakteri yang lebih stabil.

### Hasil Uji One-Way Anova

Uji *One Way Anova* bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antara variasi ketebalan media pada *Biosand Filter* dengan penurunan jumlah Bakteri *Coliform*. Kaidah pengambilan keputusan adalah apabila nilai *P value* < 0,05 maka  $H_a$  diterima dan  $H_o$  ditolak yang artinya terdapat hubungan atau pengaruh antara variasi ketebalan media pada *Biosand Filter* dengan penurunan jumlah Bakteri *Coliform*.

Tabel 3. Tabel Hasil Uji *One-Way Anova*

Variabel	F	P value
Penurunan Bakteri <i>Coliform</i> pada air bersih	0,075	0,928

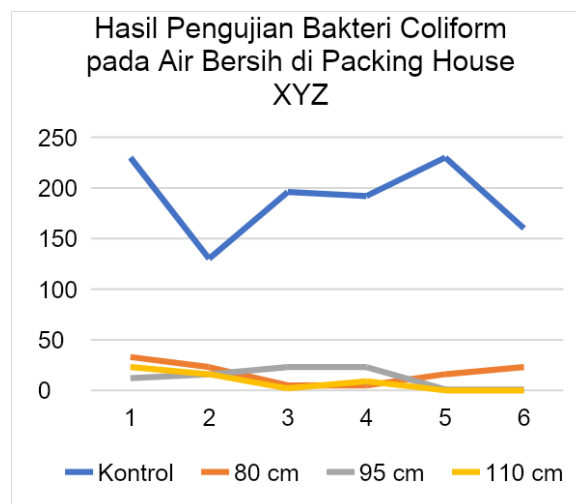
Berdasarkan hasil Uji *One Way Anova* didapatkan hasil *P value* yaitu  $0,928 > 0,05$ . Maka kesimpulan yang didapat adalah  $H_o$  diterima dan  $H_a$  ditolak, yang diartikan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara variasi ketebalan media pada *Biosand Filter* terhadap penurunan jumlah Bakteri *Coliform* di dalam air bersih.

### PEMBAHASAN

#### Kandungan Bakteri *Coliform* di Air Bersih *Packing House XYZ* pada Kelompok Kontrol dan Sesudah dilakukan Perlakuan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk menurunkan Bakteri *Coliform* pada air bersih, dilakukan pengujian sebanyak enam kali pengulangan pada tiga perlakuan yang

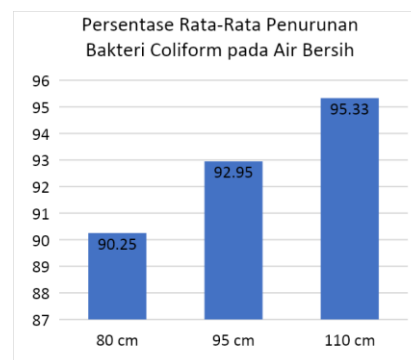
berbeda. Perbedaan yang ada pada perlakuan berupa perbedaan ketebalan media yang digunakan.



Gambar 2. Hasil Pengujian Bakteri *Coliform* pada Air Bersih di *Packing House XYZ*

Gambar 2. menunjukkan adanya penurunan terhadap kandungan Bakteri *Coliform*. Data jumlah Bakteri *Coliform* tersebut dilakukan uji normalitas dan menunjukkan bahwa data tersebut berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui kesamaan variasi. Berdasarkan hasil uji homogenitas didapatkan hasil bahwa data penurunan jumlah Bakteri *Coliform* ini homogen atau variasi sama sehingga dapat dilanjutkan pengujian data dengan Uji *One Way Anova*.

#### Persentase Penurunan Rata-rata Bakteri *Coliform* pada Air Bersih di *Packing House XYZ*



Gambar 3. Persentase Rata-rata Penurunan *Coliform* pada Air Bersih



Gambar 3 menunjukkan persentase penurunan terhadap kandungan Bakteri *Coliform*. Rata-rata nilai persentase penurunan jumlah Bakteri *Coliform* pada air bersih di Packing House XYZ yaitu pada ketebalan media 80 cm sebesar 90,25% pada ketebalan media 95 cm sebesar 92,95% dan pada ketebalan media 110 cm sebesar 95,33%. Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan penurunan Bakteri *Coliform*. Pertama adalah suhu, Suhu berpengaruh pada keberadaan dan kelangsungan hidup mikroba terutama yang berada pada lapisan *schmutzdecke*<sup>11</sup>. Pada pengujian yang dilakukan pada *Biosand Filter*, pengukuran suhu dilakukan setiap pengambilan sampel. Hasil pengukuran suhu berada pada rentang 21,4 – 23,8°C sehingga suhu tersebut sesuai untuk keberadaan hidup mikroba pada lapisan *schmutzdecke*. Kedua, derajat keasaman (pH) dengan nilai pH Pada pengujian yang dilakukan pada *Biosand Filter* berada pada rentang 6,18 – 6,81 dimana hasil tersebut masih cukup sesuai untuk keberadaan hidup mikroba pada lapisan *schmutzdecke*<sup>12</sup>. Ketiga, Penumbuhan lapisan *schmutzdecke*. Lapisan *Schmutzdecke* merupakan sebuah lapisan yang tumbuh diatas permukaan filter. Lapisan ini berfungsi untuk menyaring mikroba termasuk patogen yang berasal dari air baku. Terakhir adalah kualitas air bersih, *Biosand Filter* dapat bekerja dengan maksimal untuk menghilangkan mikroba dan kekeruhan pada air yang memiliki tingkat kekeruhan sebesar < 50 NTU<sup>13</sup>. Berdasarkan pemeriksaan awal, air baku yang digunakan di *Packing House XYZ* berasal dari sumur bor dengan tingkat kekeruhan sebesar 0,18 NTU sehingga penggunaan *Biosand Filter* dapat berjalan dengan maksimal.

#### **Pengaruh Variasi Ketebalan Media Biosand Filter dalam Penurunan Bakteri Coliform**

Hasil pengujian statistik yang telah dilakukan menyatakan bahwa ketiga variasi ketebalan media *Biosand Filter* yaitu 80 cm, 95 cm, dan 110 cm, menunjukkan tidak adanya

perbedaan yang signifikan dalam penurunan jumlah Bakteri *Coliform*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Diah Ayu Wulandari, Panisean Nasoetion dan Martina Letare (2019) menyatakan bahwa dengan kondisi ketebalan media sebesar 15 cm terdapat penurunan bakteri, dalam penelitian tersebut pada khususnya di bakteri *Escherichia Coli*. Hal ini terdapat perbedaan pada penelitian yang sudah dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan dalam penurunan Bakteri *Coliform*. Hasil penelitian pada variasi ketebalan 80 cm, 95 cm dan 110 cm berjarak kurang lebih 2% sehingga sedikit perbedaan yang terlihat.

Faktor yang menyebabkan tidak ada perbedaan yang signifikan dalam penurunan Bakteri *Coliform* karena ketebalan media pasir. Pada penelitian yang dilakukan oleh Deni Maryani, Ali Masduqi dan Atiek Moesriati (2014) pada alat Sand Filter terdapat perbedaan yang signifikan antara ketebalan setiap variasi media pasir yang digunakan<sup>14</sup>. Perbedaan ketebalan media pasir yang digunakan memiliki selisih sebesar 20 cm yang dimana mempengaruhi lamanya pengaliran dan daya besar saring sehingga penyisihan bakteri semakin besar. Pada penelitian yang sudah dilakukan, selisih media pasir antar variasinya sebesar 5 cm sehingga penurunan Bakteri *Coliform* memiliki perbedaan yang sedikit terlihat. *Biosand Filter* dalam memaksimalkan penurunan bakteriologis pada air bersih memanfaatkan lapisan *schmutzdecke* dan ketebalan media pasir yang digunakan dimana penurunan bisa mencapai 98%.

#### **SIMPULAN**

Hasil uji *One Way Anova* yang menyatakan bahwa *P value* sebesar 0,928 > 0,05 yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara variasi ketebalan media pada *Biosand Filter* terhadap penurunan jumlah Bakteri *Coliform* pada air bersih. Persentase penurunan jumlah Bakteri *Coliform* pada air bersih yang berada di *Packing House XYZ* pada ketebalan media

80 cm sebesar 90,25%. Pada ketebalan media 95 cm sebesar 92,95% dan pada ketebalan media 110 cm sebesar 95,33%. Faktor yang menyebabkan tidak ada perbedaan yang signifikan dalam penurunan Bakteri *Coliform* karena ketebalan media pasir.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Bandung dan berbagai pihak yang sangat krusial dalam jalannya penelitian yang sudah dilakukan.

### DAFTAR RUJUKAN

1. Budiyo dan Siswo Sumardino. *Teknik Pengolahan Air*. Graha Ilmu ; 2013.
2. Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Hortikultura. *Petunjuk Teknik Kegiatan Pengolahan dan Pemasaran Hasil Hortikultura*. Departemen Pertanian; 2018
3. Purba, S. F., Chahaya, I., & Marsaulina, I. Pemeriksaan Escherichia Coli Dan Larva Cacing Pada Sayuran Lalapan Kemangi (*Ocimum Basilicum*), Kol (*Brassica Oleracea L. Var. Capitata. L.*), Selada (*Lactuca Sativa L.*), Terong (*Solanum Melongena*) Yang Dijual Di Pasar Tradisional, Supermarket Dan Restoran Di Kota Medan Tahun 2012. 2012; 2(1); 14623
4. Prasumma, A., Priyambodo, J., & Candrasari, A. Pemeriksaan Bakteri *Coliform* dalam Air Cucian Alat Makan pada Warung-Warung di Pabelan Sukaharjo. Universitas Muhammadiyah Surakarta; 2013
5. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.
6. Ariana, M., Saleh, E., & Neni Triana, A. Rancang Bangun Penyaring Air Biosand melalui Pengaturan Tekanan Pompa pada Berbagai Susunan Media Filter. Universitas Sriwijaya; 2018
7. Halim, P. A., Selintung, M., & Patanduk, J. Biosand Filter dengan Reaktor Karbon Aktif dalam Pengolahan Limbah Cair Laundry (Studi Kasus Bung Laundry Makassar). Universitas Hasanudin; 2014
8. Wulandari, D. A., Nasoetion, P., & Letare, M. Penurunan Kadar Bakteri E.Coli dengan Metode Biosand Filter pada Air Sungai untuk Penyediaan Air Bersih di Rumah Sakit Pertamina Bintang Amin Bandar Lampung. 2019; 3(1); 42-45
9. Suparno, S. F., Unang, A. A., Widyagusta, P., & Lien, P. The use of Indrayanti Beach Sand and Coconut Shell Carbon as Absorbents in Selokan Mataram Canal Water Filtration System. 2012; 12(6); 125-128
10. Primawati, Fissa Septy dan Suparno. Sistem Penjernihan Air Groundtank LPPMP UNY Sebagai Air Minum dengan Memanfaatkan Karbon Aktif Batok Kelapa, Pasir Aktif Pantai Indrayanti dan Kerikil Aktif Kali Krasak. 2016; 5(3); 169-178
11. Nugroho, Danang. Pemanfaatan Limbah Padat Industri Tahu dan Reaktor Biosand Filter untuk Menurunkan Kadar Ion Logam  $Fe^{3+}$  dan  $Zn^{2+}$  pada Industri Galvanis. Universitas Negeri Semarang; 2013
12. Kusumawardani, Yustika. Rekayasa Pola Perilaku Dinamika Kinerja Lapisan *Schmutzdecke* Pada Saringan Pasir Lambat. Institut Teknologi Sepuluh Nopember; 2014
13. CAWST. *Biosand Filter Construction Manual*. Calgary, Alberta; 2012
14. Maryani, Deni, dkk. Pengaruh Ketebalan Media dan Rate filtrasi pada Sand Filter dalam Menurunkan Kekeruhan dan Total Coliform. 2014; 3(2); D76-D81