

## Peningkatan kualitas air Waduk Diponegoro Semarang dengan filter arang aktif

Nia Fadlilatul Laily, Nurhayati Nurhayati, Endang Kusdiyantini, dan Arina Tri Lunggani

Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

Email: niafadlilatullaily@gmail.com

**Abstrak:** Air bersih harus memiliki kualitas yang baik dari segi fisika, kimia, maupun biologisnya. Waduk Diponegoro mempunyai peran strategis dalam pengelolaan sumber daya air Kota Semarang. Berdasarkan hasil survei pada Waduk Diponegoro. Tujuan penelitian untuk meningkatkan kualitas air Waduk Diponegoro berdasarkan kategori kelas indeks kualitas air parameter biologi, fisika, dan kimia dengan perlakuan filter arang aktif. Arang aktif banyak digunakan untuk menghilangkan kontaminan dalam air karena kapasitasnya yang tinggi untuk adsorpsi senyawa tersebut, yang timbul dari luas permukaan dan porositasnya yang besar serta dapat digunakan untuk mengurangi keberadaan *E. coli* pada air. Proses uji bakteriologis air dilakukan dengan menggunakan metode deteksi bakteri dengan 3M Petrifilm *E.coli*/Coliform. Metode yang digunakan pada penelitian meliputi sterilisasi alat, pengambilan sampel air pada titik *inlet* dan *outlet*, filtrasi air dengan ketebalan arang aktif 10, 15, dan 20 cm, inokulasi sampel air, perhitungan jumlah koloni, pengukuran dan penentuan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tebal media arang aktif yang digunakan semakin baik kualitas air yang dihasilkan. Perlakuan filtrasi arang aktif dapat meningkatkan kualitas air Waduk Diponegoro Semarang dari kelas D kategori tercemar berat menjadi kelas C kategori tercemar sedang berdasarkan parameter biologi, fisika, dan kimia.

**Kata kunci:** *kualitas air, arang aktif, 3M Petrifilm E.coli/Coliform, Waduk Diponegoro*

### Improve the water quality of Diponegoro Reservoir with active charcoal filter

**Abstract:** Clean water must have good quality in terms of physics, chemistry, and biology. Diponegoro Reservoir has a strategic role in the management of Semarang City's water resources. Based on the results of the survey on Diponegoro Reservoir. The purpose of the study is to improve the water quality of Diponegoro Reservoir based on the class category of water quality index of biological, physical, and chemical parameters with active charcoal filter treatment. Activated charcoal is widely used to remove contaminants in water due to its high capacity for adsorption of the compound, which arises from its large surface area and porosity and can be used to reduce the presence of *E. coli* in water. The water bacteriological test process is carried out using a method of detection of bacteria with 3M Petrifilm *E.coli*/Coliform. Methods used in the study include sterilization of tools, sampling of water at *inlet* and *outlet* points, filtration of water with the active charcoal thickness of 10, 15, and 20 cm, inoculation of water samples, calculation of the number of colonies, measurement and determination of water quality. The results showed that the thicker the active charcoal media used the better the quality of the water produced. Active charcoal filtration treatment can improve the water quality of Diponegoro Reservoir Semarang from class D category heavily polluted to class C moderately polluted category based on biological, physical, and chemical parameters.

**Keywords:** *water quality, activated charcoal, 3M Petrifilm E.coli/Coliform, Diponegoro reservoir*

## **PENDAHULUAN**

Air sebagai salah satu kebutuhan primer karena tanpa air tidak akan ada kehidupan di bumi ini. Boekoesoe (2010) menjelaskan bahwa air bersih harus memenuhi syarat kesehatan bebas dari pencemaran, sedangkan air minum harus memenuhi standar yaitu persyaratan fisik, kimia dan biologis, karena air minum yang tidak memenuhi standar kualitas dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Salah satu parameternya yaitu mengenai kandungan bakteriologis pada air. Salah satu kandungan bakteri yang persyaratan air bersih adalah bakteri *Escherichia coli* (Sidhi, Raharjo, & Dewanti, 2016). Bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) yang dapat menyebabkan penyakit gangguan saluran pencernaan sehingga menyebabkan diare (Pusparini, Waturangi, Usia, & Nikastri, 2018). Komaladewi, Suriadi, dan Atmika (2016) menyatakan bahwa untuk memperbaiki kualitas air dapat digunakan suatu cara atau metode pengolahannya yaitu dengan penyaringan (filtrasi). Filtrasi adalah suatu cara memisahkan padatan dari air, adapun media yang digunakan dalam filtrasi antara lain pasir kuarsa, zeolit, dan arang aktif (Bujawati, Rusmin, & Basri, 2014). Pada penelitian ini filter yang digunakan yaitu arang aktif. Arang aktif telah digunakan sebagai media penyaringan air untuk pemurnian air minum selama bertahun-tahun. Arang kayu dapat menyerap pewarna dan gas. Bubuk arang kayu secara tradisional digunakan untuk membersihkan gigi, kaca, dan cermin berlapis kotoran karena kemampuannya menyerap kotoran (Ibegbulem dkk., 2017). Arang aktif dapat mengurangi atau mengatasi keberadaan kandungan *E. coli* pada air (Brino, 2021).

Waduk Diponegoro mempunyai peran strategis dalam pengelolaan sumber daya air Kota Semarang. Waduk Diponegoro secara geografis terletak di Kelurahan Tembalang Kecamatan Tembalang Kota Semarang. Daerah tangkapan air waduk tersebut berada di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang (Secioputri, Kurniawan, Darsono, & Nugroho, 2014). Waduk Pendidikan Diponegoro dibangun agar memiliki fungsi untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan lingkungan, menjaga kawasan sekitar kampus UNDIP Tembalang agar terhindar dari bencana banjir, meningkatkan kapasitas resapan air tanah sebagai usaha konservasi, tempat rekreasi, edukasi untuk pendidikan dan penelitian, serta manfaat lain bagi masyarakat umum terutama masyarakat sekitar (Setiadi dkk., 2020). Waduk Diponegoro berada dekat dengan Kampus Universitas Diponegoro Tembalang, dimana ketersediaan air untuk kampus masih kurang terjaga kualitas, kuantitas, dan juga kontinuitasnya yang disebabkan karena sebagian besar bangunan kampus masih menggunakan pompa air tanah seperti sumur dangkal sehingga pada musim kemarau air bersih sulit didapatkan (Ajie, 2011). Kampus Universitas Diponegoro Tembalang mempunyai wilayah yang sangat luas sehingga akan sangat memungkinkan untuk dibuat suatu bangunan pengolahan air minum di Kampus Universitas Diponegoro. Berdasarkan data statistik profil kependudukan dari Bappeda Kota Semarang dan Badan Pusat Statistik Kota Semarang tahun 2012, wilayah Kecamatan Tembalang memiliki tingkat pertumbuhan penduduk sebesar 3,69% dan Kecamatan Banyumanik memiliki tingkat pertumbuhan penduduk sebesar 1,09%. Semakin bertambahnya jumlah penduduk tersebut, maka akan mengakibatkan bertambah jumlah kebutuhan air bersih. Air bersih yang digunakan pastinya harus memiliki kualitas yang baik dari segi fisik, kimia, maupun biologisnya. Proses uji bakteriologis air pada penelitian dilakukan menggunakan metode deteksi bakteri dengan 3M Petrifilm *E. coli*/Coliform (EC). Metode deteksi bakteri menggunakan 3M Petrifilm ini dapat lebih menghemat waktu, menghemat tempat, efisien saat pengujian dengan jumlah contoh yang banyak serta tidak membutuhkan persiapan yang rumit (Ayunina, Purnawarman, & Setyaningsih, 2016).

Ketebalan filter arang aktif pada penelitian ini didasari pada penelitian Maryani, Masduqi, dan Moesriati (2000) yang menyatakan bahwa semakin tebal media filter air yang digunakan maka penyisihan bakteri semakin besar pula sehingga akan semakin baik kualitas air yang dihasilkan. Oleh karena itu, berdasarkan teori tersebut penulis melakukan penelitian untuk meningkatkan kualitas air Waduk Diponegoro Semarang dengan variasi ketebalan media filter arang aktif yaitu 10, 15, dan 20 cm.

## **METODE**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu inkubator, autoklaf, pipet ukur, erlenmeyer, bunsen, kertas coklat, pompa *filler*, *water checker horiba* U-50, botol plastik kosong ukuran 1500 ml, kamera/*handphone*, dan alat tulis. Bahan yang digunakan yaitu media siap pakai 3M Petrifilm *E.coli/Coliform*, kapas, alkohol 70%, kaporit, aquades, arang aktif, dan sampel air Waduk Diponegoro Semarang.

Alat gelas penelitian seperti erlenmeyer dan pipet ukur dipersiapkan dan disterilisasi sebelum digunakan untuk mencegah kontaminasi. Peralatan dicuci dan dikeringkan terlebih dahulu. Semua peralatan gelas yang akan digunakan pada penelitian disterilkan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit.

Pengambilan sampel air dilakukan dengan metode gabungan tempat (*integrated place sample*) yaitu campuran dari beberapa sampel yang diambil pada satu saluran dari beberapa titik tertentu dengan volume dan waktu yang sama, lalu dihomogenkan (SNI, 2004). Pengambilan sampel dilakukan di Waduk Diponegoro pada empat stasiun, yaitu dua titik *inlet* terletak pada koordinat 7°03'11.3"LS, 110°26'41.1"BT dan 7°03'10.9"LS, 110°26'41.2"BT, dengan pertimbangan bahwa kedua titik *inlet* merupakan terjadinya masukan air dari pemasok air waduk yang terbawa dari aliran sungai Klangseng dan 2 (dua) titik *outlet* terletak pada koordinat 7°03'08.0"LS, 110°26'45.3"BT dan 7°03'09.4"LS, 110°26'44.6"BT, dengan pertimbangan bahwa kedua titik *outlet* merupakan tempat bersatunya pemasok air waduk dari berbagai sumber dan merupakan akses para pengunjung waduk. Tiap titik diambil sampel air sebanyak 1500 ml. Kemudian sampel air pada dua titik bagian *inlet* dihomogenkan dan dua titik pada bagian *outlet* dihomogenkan sehingga menjadi 1 (satu) sampel air bagian *inlet* (3000 ml) dan 1 (satu) sampel air bagian *outlet* (3000 ml).

Pembuatan filter arang aktif dilakukan dengan menyiapkan botol plastik kosong ukuran 1,5 liter sebanyak 6 buah dan disterilisasi dengan alkohol 70% terlebih dahulu. Bagian bawah botol dipotong dengan panjang 5 cm. Bagian mulut botol dibuat menghadap ke bawah, kemudian masukkan arang aktif kedalam botol dengan perbedaan ketebalan arang aktif yaitu dengan ketebalan arang aktif 10, 15, dan 20 cm. Kemudian tempatkan botol lainnya di bagian bawah mulut botol untuk menampung air yang telah tersaring. Lakukan langkah-langkah tersebut pada kelima botol kosong lainnya.

Filtrasi air dilakukan dengan mengalirkan air sampel sebanyak 500 ml secara manual pada masing-masing botol filter. Biarkan hingga air sampel yang dimasukkan semua telah tersaring dengan baik. Berikan label pada tiap botol filter sebagai tanda pembeda. Sampel air yang telah tersaring disimpan agar mencegah kontaminasi pada saat dilakukan tahap selanjutnya.

Inokulasi sampel menggunakan media siap pakai 3M Petrifilm *E.coli/Coliform*, pertama sterilisasi pipet ukur terlebih dahulu dengan api bunsen. Penelitian ini menggunakan 10 sampel air yaitu air Waduk Diponegoro tanpa perlakuan filtrasi arang aktif pada *inlet* dan *outlet*, air Waduk Diponegoro dengan perlakuan filtrasi arang aktif dengan ketebalan 10, 15, dan 20 cm

pada *inlet* dan *outlet*, dan sampel kontrol positif menggunakan kaporit 1,5 mg/l pada *inlet* dan *outlet*. Pada pengelolaan air PDAM untuk menghasilkan efisiensi penyisihan bakteri *E.coli* 100% diperlukan penambahan dosis kaporit hingga 1,5 mg/l untuk menghasilkan *E.coli* menjadi 0 sel/100 ml (Komala & Agustina, 2014). Tiap sampel air diambil dengan pipet ukur sebanyak 1 ml. Kemudian diinokulasi pada media siap pakai 3M Petrifilm *E.coli*/Coliform. Plate 3M Petrifilm *E.coli*/Coliform yang telah ditetesi 1 ml sampel, kemudian diinkubasi pada  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  selama 24-28 jam (Hauge *et al.*, 2017).

Perhitungan jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* dan Coliform dimulai dengan pengambilan sampel dalam media siap pakai 3M Petrifilm yang telah diinkubasi selama 24 jam. Pada media siap pakai 3M Petrifilm *E.coli*/Coliform, jumlah bakteri Coliform selain *E. coli* ditunjukkan oleh koloni berwarna merah dengan gas serta bakteri *Escherichia coli* ditunjukkan dengan koloni berwarna biru dengan gas. (Bird *et al.*, 2020). Jumlah koloni *E. coli* dan Coliform yang terdapat pada tiap pelat 3M Petrifilm dihitung dan dicatat pada buku catatan penelitian. Rumus perhitungan jumlah koloni bakteri sebagai berikut :

$$N = \text{jumlah koloni per cawan} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

Keterangan:

N = jumlah koloni per ml  
(Putri & Kurnia, 2018)

Pengukuran kualitas air dilakukan menggunakan alat water checker horiba U-50. Pengukuran kualitas air meliputi pH, DO, temperatur, dan *Total Dissolved Solid (TDS)*. Pertama water checker dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan buffer pH 4 untuk menjaga pengukuran tersebut tetap akurat, selanjutnya bilas menggunakan aquades. Kemudian water checker dicelupkan ke dalam air sampel hingga angka pada alat stabil atau tidak berubah. Angka yang tertera pada water checker dicatat pada buku catatan penelitian.

Perhitung nilai keefektifan filter arang aktif pada air setelah perlakuan digunakan rumus efisiensi pengolahan sebagai berikut:

$$\Sigma p = (a-b)/a \times 100\%$$

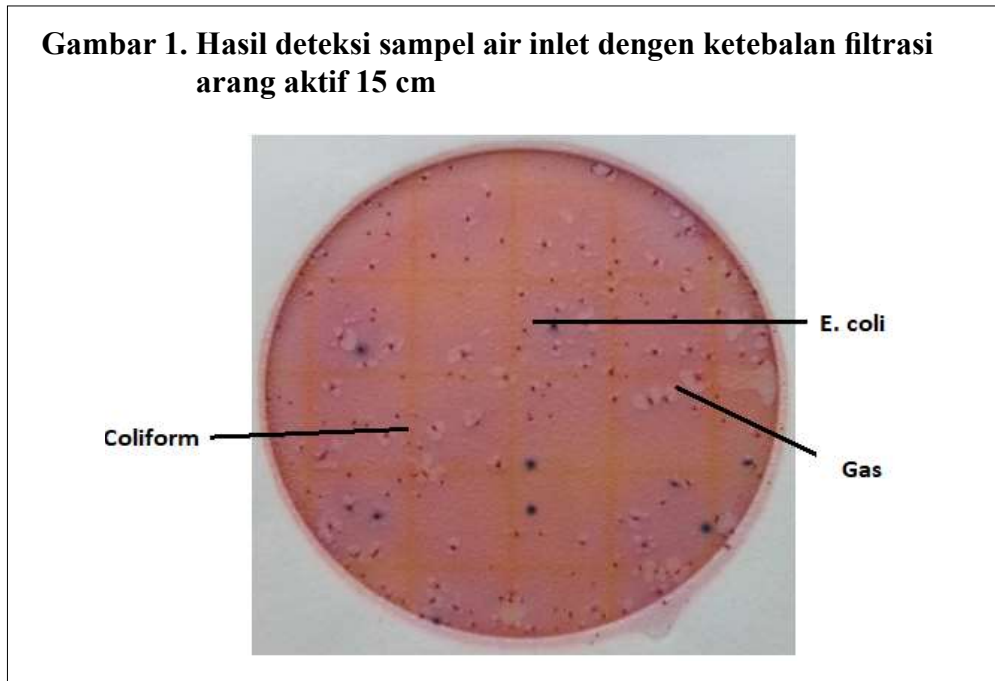
Keterangan :

$\Sigma p$  = efisiensi pengolahan  
a = jumlah koloni bakteri sebelum perlakuan  
b = jumlah bakteri setelah perlakuan  
(Saifudin & Astuti, 2005)

Penentuan kualitas air dilakukan menggunakan metode Storet yaitu merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan standar mutu air. Metode Storet dilakukan dengan cara membandingkan data kualitas air dengan baku mutu yang telah ditetapkan. Berdasarkan metode Storet dapat diketahui parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air (Amin, 2014).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil deteksi bakteri *E. coli* dan Coliform pada sampel air setelah perlakuan filtrasi arang aktif pada media 3M Petrifilm tercantum pada Gambar 1. Metode deteksi bakteri menggunakan



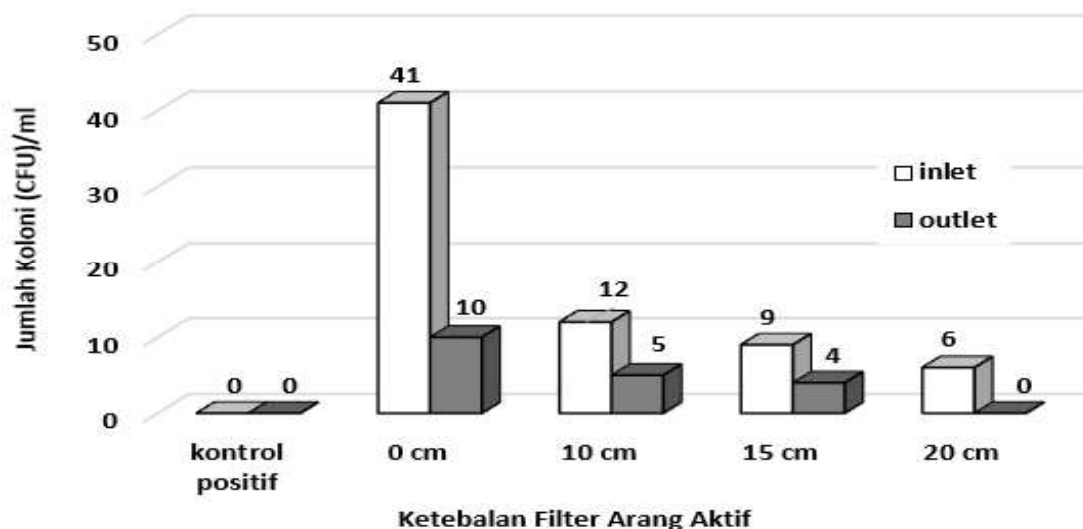
Petrifilm *E. coli*/Coliform merupakan metode yang spesifik untuk mendeteksi *E. coli* dan Coliform secara kuantitatif sehingga dapat menentukan kualitas air. Petrifilm *E. coli*/Coliform berisi media yang siap pakai tanpa harus melakukan proses membuat agar sehingga lebih menyederhanakan proses, mempersingkat waktu, dan mengurangi biaya alat. Pada media siap pakai 3M Petrifilm adanya titik endapan berwarna biru dikategorikan sebagai bakteri *Escherichia coli*. Titik endapan berwarna merah dikategorikan sebagai bakteri Total Coliform selain *E. coli*.

Bakteri *Escherichia coli* menghasilkan enzim  $\beta$ -D-glukoronidase untuk memotong substrat X-Glucoronide (5-bromo-4-kloro-3-indolyl-D-glukuronida) yang terdapat pada media 3M Petrifilm. Hasil aktivitas enzim  $\beta$ -D-glukoronidase adalah asam glukuronat dan chloro-bromoindigo. Indikator aktivitas glukoronidase akan mendeteksi asam glukuronat dan chloro-bromoindigo sehingga menimbulkan koloni berwarna ungu-biru. Gas yang terbentuk pada media merupakan hasil fermentasi laktosa baik pada bakteri Coliform termasuk *E. coli* pada saat proses inkubasi. Perusahaan 3M Microbiology tahun 2005 menjelaskan bahwa sekitar 95% *E. coli* memproduksi gas, terindikasi dari koloni berwarna biru sampai ungu yang terkait dengan gas yang dihasilkan.

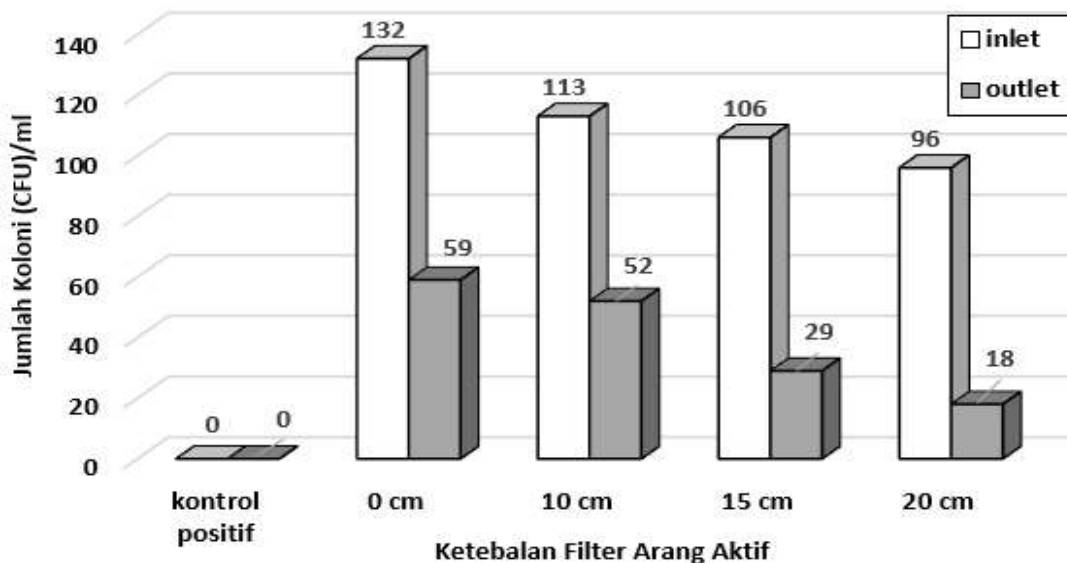
Bakteri Coliform selain *E. coli* tidak menghasilkan enzim glukoronidase sehingga tidak berwarna ungu-biru. Bakteri Coliform akan mereduksi tetrazolium klorida (2,3,5 trifeniltetrazolium klorida) membentuk endapan merah dengan gas disekitar koloni. Hasil penelitian deteksi bakteri Coliform sesuai dengan Bird *et al.* (2020) dengan menggunakan media selektif 3M Petrifilm. Bakteri Coliform selain *E. coli* ditunjukkan oleh koloni berwarna merah dengan dan tanpa produksi gas. Perusahaan 3M Microbiology tahun 2005 menjelaskan bahwa bakteri Coliform tidak menghasilkan enzim glukoronidase dan membentuk koloni berwarna merah sebagai hasil reduksi 2,3,5-trifeniltetrazolium klorida.

Berdasarkan Gambar 2 dan 3 dapat diketahui bahwa filter arang aktif dapat menurunkan jumlah cemaran bakteri *Escherichia coli* dan Coliform yang terdapat pada air Waduk Diponegoro Semarang. Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat Isholawati, Karamah, Zufri,

**Gambar 2. Histogram hasil perhitungan koloni bakteri Escherichia coli pada sampel air Waduk Diponegoro Semarang**



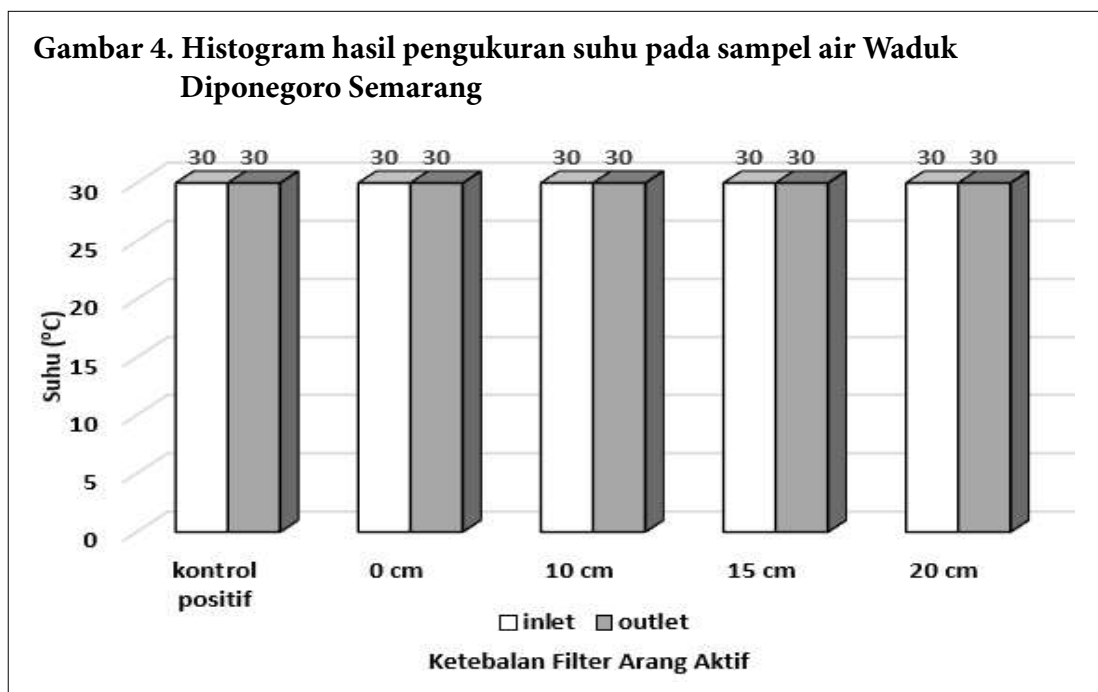
**Gambar 3. Histogram hasil perhitungan koloni bakteri coliform pada sampel air Waduk Diponegoro Semarang**



dan Hidayat (2017) yang menyatakan bahwa penambahan arang aktif menyebabkan terjadinya proses adsorpsi fisik dimana bakteri *E. coli* terikat pada permukaan adsorben. Brino (2021) menjelaskan bahwa semakin kecil ukuran diameter pori-pori adsorben. Artinya, luas permukaan kontak adsorben arang aktif dengan kandungan *E. coli* semakin tinggi sehingga penyerapannya menjadi lebih baik.

Adanya peningkatan luas permukaan waduk dari daerah titik *inlet* ke titik *outlet* menyebabkan pula persebaran bakteri semakin luas serta daerah titik *outlet* yang lebih terbuka dibanding titik *inlet* menyebabkan adanya desinfeksi sinar matahari pada permukaan waduk sehingga jumlah bakteri *E. coli* dan Coliform mengalami penurunan dari titik *inlet* ke titik *outlet*. Hasil penelitian sesuai dengan pendapat Irianto dan Triweko (2019) bahwa penurunan kadar bakteri pada air waduk dari titik *inlet* ke titik *outlet* disebabkan oleh desinfeksi sinar matahari pada permukaan air waduk.

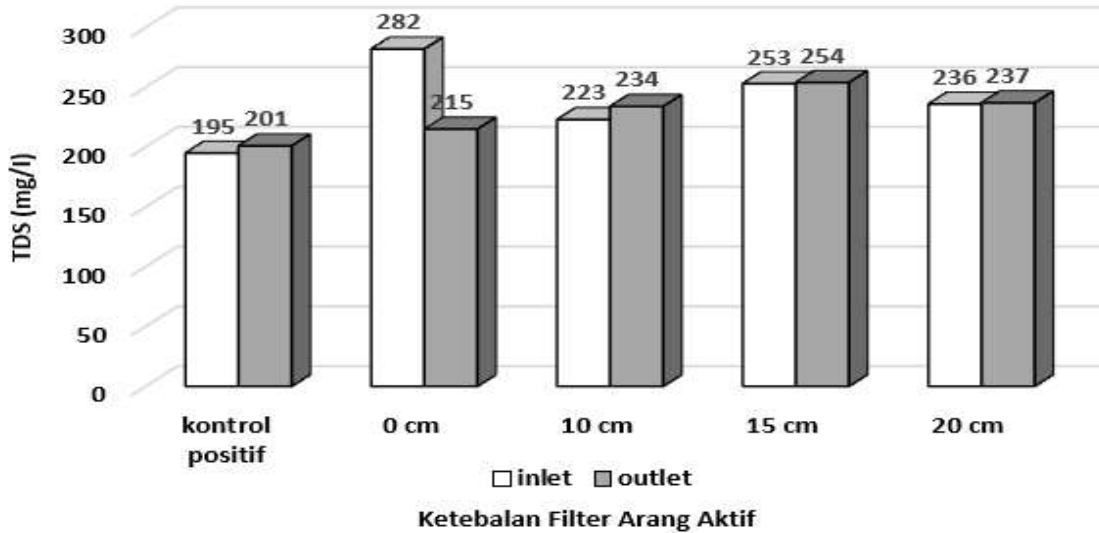
Suhu pada air dengan kategori kualitas baik untuk higiene sanitasi ditentukan berdasarkan Permenkes Nomor 32 Tahun 2017. Standar mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air harus memiliki temperatur dengan rumus suhu udara  $\pm 3$ . Suhu udara di sekitar waduk Diponegoro diketahui sebesar 28°C dengan demikian suhu air sampel 30°C masuk di kisaran antara 25-31°C. Gambar 4 menyajikan hasil pengukuran suhu waduk Diponegoro Semarang. Penelitian Nainggolan, Tarigan, dan Khair (2017) menemukan bahwa perlakuan penyaringan dengan arang aktif tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap suhu pada air.



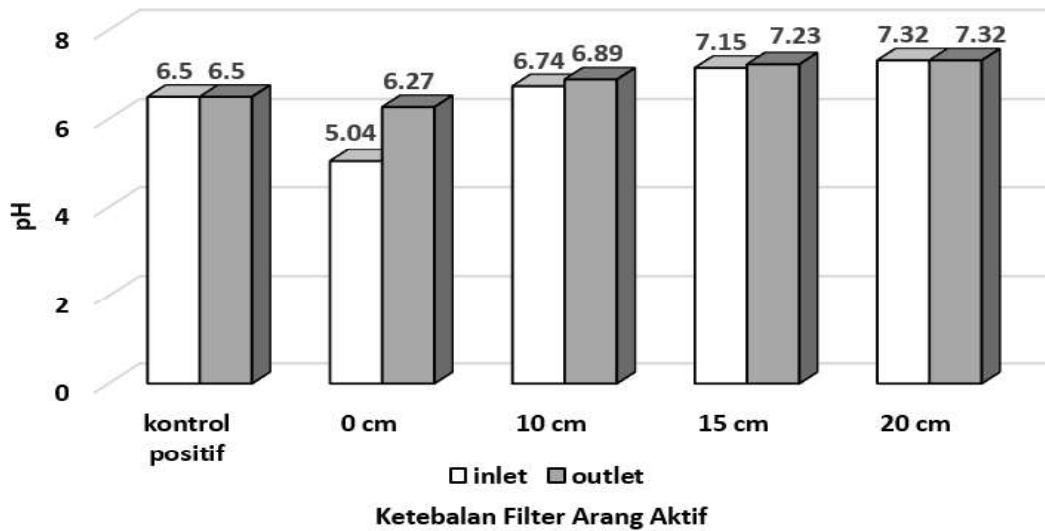
Hasil pengukuran TDS pada sampel air berkisar antara 195-282 mg/l. Pada pori arang aktif yang berukuran kecil, partikel atau zat yang terdapat dalam air dapat diserap oleh arang aktif, sedangkan pori yang berukuran lebih besar menyebabkan partikel pada air lolos dari media filtrasi arang aktif. Pada Gambar 5 seluruh sampel air memiliki nilai TDS <1000 mg/l sehingga sesuai dengan standar baku mutu dan diperbolehkan untuk air higiene sanitasi.

Berdasarkan penelitian perlakuan arang aktif dapat memperbaiki kualitas air. Perlakuan arang aktif dapat meningkatkan kualitas air Waduk Diponegoro sehingga memenuhi standar persyaratan air higiene sanitasi yakni 6,74-7,32 (Gambar 6). Sampel air tanpa perlakuan tidak memenuhi standar baku air higiene sanitasi karena memiliki nilai pH di bawah standar persyaratan air higiene sanitasi. Peningkatan nilai pH pada hasil filtrasi disebabkan karena gugus fungsi pada arang aktif berinteraksi dengan unsur logam yang terdapat pada air waduk.

**Gambar 5. Histogram hasil pengukuran TDS pada sampel air Waduk Diponegoro Semarang**



**Gambar 6. Histogram hasil pengukuran pH pada sampel air Waduk Diponegoro Semarang**

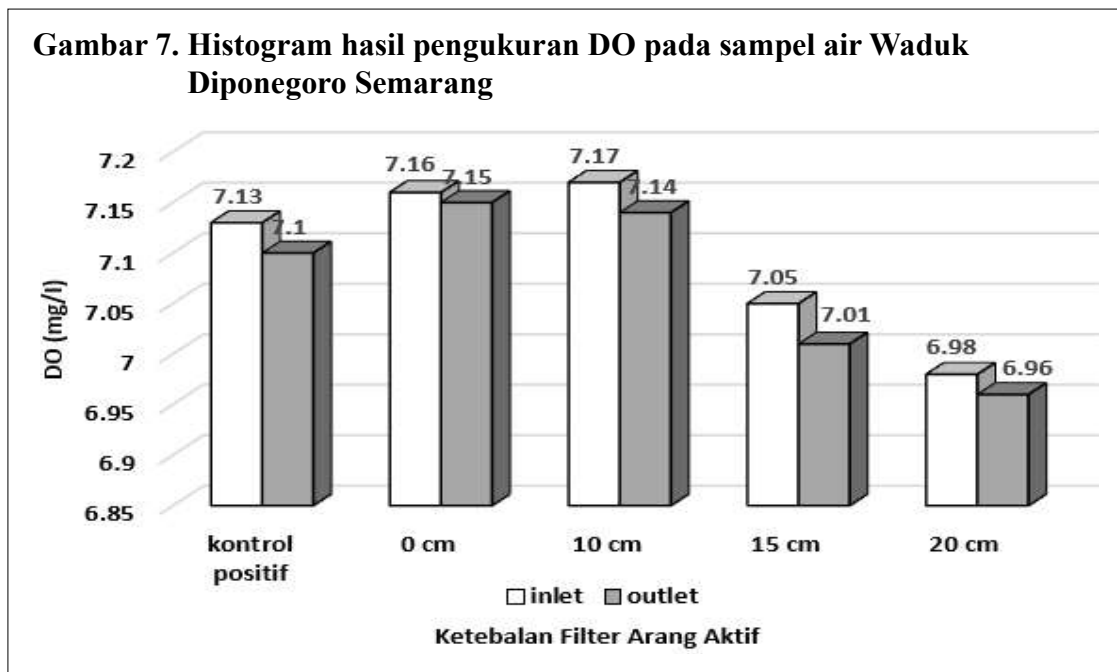


Gugus fungsi asam akan berinteraksi mengikat ion-ion logam sehingga ion-ion  $H^+$  berkurang dan tersisa ion-ion  $OH^-$  pada air hasil filtrasi arang aktif. Penelitian Heriyani dan Mugisidi (2016) menemukan bahwa arang aktif merupakan material penyerap yang efektif dan pengikat ion-ion logam dalam larutan. Pada proses filtrasi, unsur logam dalam air akan diuraikan menjadi ion-ion logam dan ion hidroksida  $[OH^-]$ . Ion-ion logam akan ditarik arang aktif dengan gaya Van der Waals sehingga yang tertinggal adalah ion hidroksida  $[OH^-]$ . Interaksi Ion-ion logam dengan karbon aktif adalah ion logam ditukar dengan gugus fungsi asam yang ada di permukaan



karbon aktif sehingga ion-ion hidrogen [H<sup>+</sup>] berkurang. Berkurangnya ion-ion hidrogen [H<sup>+</sup>] dan tersisanya ion-ion hidroksida [OH<sup>-</sup>] pada hasil filtrasi menyebabkan kenaikan pH.

Hasil pengukuran *Dissolver oxygen (DO)* (Gambar 7) pada seluruh sampel air memiliki kadar DO ≥4 mg/l sehingga semua sampel air telah memenuhi standar baku mutu untuk digunakan sebagai media air pemandian umum. Kadar oksigen dalam air berperan mengurangi komponen kimia menjadi komponen yang lebih sederhana, sehingga semakin tinggi kadar DO dalam air mengindikasikan semakin baik kualitas air. Berdasarkan penelitian Hatina, Antoni, dan Febriana (2020) menemukan bahwa penurunan kadar oksigen terlarut dalam perairan merupakan indikasi kuat adanya pencemaran terutama pencemaran bahan organik. Dari penelitian didapatkan perlakuan filter arang aktif menurunkan kadar DO pada sampel air, namun masih dalam kadar kualitas air yang baik sesuai standar mutu air.



Filtrasi arang aktif memiliki tingkat keefektifan yang berbeda pada tiap perlakuan. Keefektifan filter arang aktif terhadap penurunan jumlah koloni bakteri *E. coli* dan Coliform dihitung menggunakan rumus efisiensi pengolahan yaitu  $\Sigma p = (a-b)/a \times 100\%$  (Saifudin & Astuti, 2015). Tabel 1 dan 2 menyajikan keefektifan ketebatan arang aktif dalam menurunkan jumlah koloni bakteri *E. coli* dan Coliform.

**Tabel 1. Keefektifan ketebatan filter arang aktif dalam menurunkan jumlah koloni bakteri *E.coli***

Titik Pengambilan Sampel	Sebelum Perlakuan	Keefektifan Ketebatan Filter Arang (%) [ $\Sigma p = (a-b)/a \times 100\%$ ]		
		10 cm	15 cm	20 cm
<i>Inlet</i>	41	70,73	78,05	85,36
<i>Outlet</i>	10	50	60	100

**Tabel 2. Keefektifan ketebalan filter arang aktif dalam menurunkan jumlah koloni bakteri Coliform**

Titik Pengambilan Sampel	Sebelum Perlakuan	Keefektifan Ketebalan Filter Arang (%) [ $\Sigma p = (a-b)/a \times 100\%$ ]		
		10 cm	15 cm	20 cm
<i>Inlet</i>	132	14,39	19,70	27,27
<i>Outlet</i>	59	11,86	50,85	69,49

Berdasarkan hasil perhitungan keefektifan filter arang aktif dalam menurunkan jumlah koloni bakteri *E. coli* didapatkan hasil terbaik pada ketebalan arang 20 cm pada titik sampel *outlet* dengan nilai keefektifan sebesar 100%. Semakin tebal media arang aktif yang digunakan, maka semakin tinggi nilai keefektifan pengolahan yang didapatkan. Ketebalan filter arang aktif yang paling efektif menurunkan jumlah cemaran bakteri Coliform adalah ketebalan 20 cm pada titik sampel *outlet* dengan nilai keefektifan sebesar 69,49%. Berdasarkan penelitian didapatkan indikasi bahwa semakin tebal filter arang aktif akan meningkatkan keefektifan filter dalam menurunkan jumlah cemaran bakteri *Escherichia coli* dan Coliform. Berdasarkan penelitian Maryani dkk. (2014) bahwa semakin tebal media filter yang digunakan maka penurunan bakteri semakin besar pula.

Berdasarkan perhitungan dengan metode storet didapatkan sampel air tanpa perlakuan memiliki nilai total skor -40 yang dikategorikan kelas D yaitu tercemar berat. Pada sampel air setelah perlakuan filtrasi arang aktif 10 dan 15 cm didapatkan total skor -30 dikategorikan kelas C yaitu tercemar sedang. Pada sampel air filtrasi arang aktif 20 cm didapatkan total skor -27 dikategorikan kelas C yaitu tercemar sedang.

Total perhitungan indeks kualitas air dengan menggunakan metode storet didapatkan hasil bahwa perlakuan filtrasi arang aktif dapat meningkatkan kualitas air Waduk Diponegoro Semarang dari kelas D kategori tercemar berat menjadi kelas C kategori tercemar sedang.

## SIMPULAN

Perlakuan arang aktif dapat meningkatkan kualitas air Waduk Diponegoro Semarang dari kategori kelas D (tercemar berat) menjadi kategori kelas C (tercemar sedang) berdasarkan pada parameter biologi, fisika, dan kimia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ajie, B. S. (2011). *Perencanaan bangunan pengolahan air minum kampus Universitas Diponegoro Tembalang* (Thesis tidak diterbitkan). Universitas Diponegoro
- Amin, S. K. (2014). *Kajian penentuan status mutu air di Kali Kloang Kabupaten Pameksan (Metode Storet, metode Indeks Pencemaran, metode CCME WQI, dan metode OWQI)* (Skripsi tidak diterbitkan). Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur.
- Ayunina, Y. Q., Purnawarman, T., & Setiyaningsih, S. (2016). Verifikasi uji cepat komersial *Escherichia coli* pada contoh uji daging sapi beku. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 10(2).
- Bird, P., Bastin, B., Klass, N., Crowley, E., Agin, J., Goins, D., Bakken, H., Lingle, C., Schumacher, A., & Collaborators. (2020). Evaluation of the 3M™ Petrifilm™ rapid *E. coli*/Coliform count plate for the enumeration of *E. coli* and Coliforms: Collaborative

- study, First action: 2018.13. *Journal of AOAC International*, 103(2), 513-522. <https://doi.org/10.1093/jaoacint/qs013>.
- Boekoesoe, L. (2010). Tingkat kualitas bakteriologi air bersih di Desa Sosial Kecamatan Paguyaman Kabupaten Boalemo. *Inovasi*, 7(4).
- Brino, Y. (2021). *Pengaruh ukuran partikel karbon aktif berbahan dasar sekam padi terhadap adsorpsi kandungan E. coli (Escherichia coli) pada air baku* (Skripsi tidak diterbitkan). Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nusa Cendana, Kupang, NTT.
- Bujawati, E., Rusmin, M., & Basri, S. (2014). Pengaruh ketebalan arang tempurung kelapa terhadap tingkat kesadahan air di wilayah kerja Puskesmas Sudu Kabupaten Enrekang tahun 2013. *Jurnal Kesehatan*, 7(1).
- Hatina, S., Antoni, A., & Febriana, I. (2021). Pengaruh karbon aktif kulit pisang putri pada limbah ammonia. *Jurnal Redoks*, 6(1), 7-16.
- Hauge, S. J., Østensvik, Ø., Monshaugen, M., Røtterud, O. J., Nesbakken, T., & Alvseike, O. (2017). Enumeration of *Escherichia coli* in swab samples from pre-and post-chilled pork and lamb carcasses using 3M™ Petrifilm™ Select *E. coli* and Simplate® Coliforms/*E. coli*. *Meat science*, 130, 26-29.
- Heriyani, O., & Mugisidi, D. (2016). Pengaruh karbon aktif dan zeolit pada pH hasil filtrasi air banjir. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 1, M199-M202.
- Irianto, E. W., & Triweko, R. W. (2019). *Eutrofikasi waduk dan danau: Permasalahan, pemodelan, dan upaya pengendalian*. ITB Press.
- Isholawati, D., Karamah, E. F., Zufri, Z. A., & Hidayat, A. N. (2014). Disinfeksi bakteri *Escherichia coli* menggunakan proses kavitas hidrodinamika water-jet dengan kombinasi karbon aktif dan zeolit. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- Komala, P. S., & Agustina, F. (2014). Kinerja kaporit dalam penyisihan *E. Coli* pada air pengolahan PDAM. *Teknika*, 21(2).
- Komaladewi, A. A. I. A. S., Suriadi, I. G. A. K., & Atmika, I. K. A. (2016, 15-16 Desember). *Metode filtrasi air menggunakan membran microfiltrasi berbasis hibrid komposit material*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Senastek), Denpasar Bali.
- Maryani, D., Masduqi, A., & Moesriati, A. (2014). Pengaruh ketebalan media dan rate filtrasi pada sand filter dalam menurunkan kekeruhan dan total coliform. *Jurnal Teknik ITS*, 3(2), D76-D81. DOI: 10.12962/j23373539.v3i2.6906.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2017). 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. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Nainggolan, A. H., Tarigan, A. P. M., & Khair, H. (2017). Pengaruh aerasi bertingkat dengan kombinasi saringan pasir, karbon aktif, dan zeolit dalam menyisihkan parameter Fe dan Mn dari air tanah di Pesantren Ar-Raudhatul Hasanah. *Jurnal Dampak*, 14(1), 1-12.
- Pusparini, N., Waturangi, D. E., Usia, T., & Nikastri, E. (2018). Genetic diversity of *Escherichia coli* isolated from ice cube production sites. *BMC research notes*, 11, 659.
- Putri, A. M., & Kurnia, P. (2018). Identifikasi keberadaan bakteri coliform dan total mikroba dalam es dung-dung di sekitar kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Media Gizi Indonesia*, 13(1), 41-48. <https://doi.org/10.20473/mgi.v13i1.41-48>.
- Saifudin, M. R., & Astuti, D. (2005). Kombinasi media filter untuk menurunkan kadar besi (Fe). *Penelitian Sains Dan Teknologi*, 6(1), 49-64.

- Secioputri, G. L., Kurniawan, R., Darsono, S., & Nugroho, P. (2014). Upaya meningkatkan kualitas air Waduk Diponegoro pada DAS Krengseng, Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(1), 214-227.
- Sidhi, A. N., Raharjo, M., & Dewanti, N. A. Y. (2016). Hubungan kualitas sanitasi lingkungan dan bakteriologis air bersih terhadap kejadian diare pada balita di wilayah kerja Puskesmas Adiwerna Kabupaten Tegal. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(3), 665-676.