



---

*Research Articles*

## **Penyisihan Kadar TDS, pH, Dan Total Coliform Dalam Pengolahan Air Hujan Menjadi Air Siap Minum**

### ***Allowance for TDS, pH, and Total Coliform Levels In The Treatment of Rainwater Into Ready-Drinking Water***

**Sri Anzjarwati\*, Loureni Santa Basilia, Reya Adiarti Aradiyah, dan Rizki Purnaini**

Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura Pontianak, Indonesia.

*\*corresponding author, email: [srianzjar3131@student.untan.ac.id](mailto:srianzjar3131@student.untan.ac.id)*

Manuscript received: 30-05-2022. Accepted: 20-09-2023

#### **ABSTRACT**

Air hujan merupakan air yang langsung turun dari langit akibat proses evaporasi. Air hujan biasa digunakan sebagai air minum oleh masyarakat. Namun air hujan tidak boleh dikonsumsi secara langsung tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu. Hal tersebut dikarenakan air hujan bersifat asam dan memiliki kandungan mineral yang rendah, serta masih mengandung bakteri yang dapat menyebabkan penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengetahui nilai efisiensi alat pengolahan air hujan menjadi air siap minum dengan kombinasi pengolahan melalui filtrasi dan elektrolisis. Adapun parameter yang akan diuji pada penelitian ini ialah TDS, pH, dan total *coliform*. Setelah dilakukan pengolahan, diketahui bahwa efisiensi rangkaian alat pada penelitian ini dalam menyisihkan kandungan total *coliform* sebesar 100% dan TDS 73,81%. Namun nilai pH setelah penolahan belum memenuhi standar baku mutu.

**Kata kunci:** air hujan; air siap minum; filtrasi; elektrolisis

#### **ABSTRAK**

Rainwater is water that falls directly from the sky due to the evaporation process. Rainwater is commonly used as drinking water by the community. However, rainwater should not be consumed directly without prior processing. This is because rainwater is acidic and has low mineral content, and still contains bacteria that can cause disease. This study aims to design and determine the efficiency value of rainwater treatment equipment into ready-to-drink water with a combination of processing through filtration and electrolysis. The parameters that will be tested in this study are TDS, pH, and total coliform. After processing, it is known that the efficiency of the series of tools in this study in removing the total coliform content is 100% and the TDS is 73.81%. However, the pH value after processing has not met the quality standards.

**Key words:** rainwater; ready-to-drink water; filtration; electrolysis

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat menyebabkan kebutuhan air bersih atau air minum juga meningkat. Salah satu jenis air bersih yang banyak digunakan oleh masyarakat menjadi air minum adalah air hujan. Air hujan merupakan air yang langsung turun dari langit akibat proses evaporasi. Berdasarkan data BPS Kota Pontianak (2020), rata-rata jumlah hari hujan di Kota Pontianak adalah 19 hari dan rata-rata curah hujan sebesar 301,3 mm. Curah hujan Kota Pontianak termasuk ke dalam kategori curah hujan tinggi. Namun, kualitas air hujan yang masih belum memenuhi standar kualitas air minum menjadi permasalahan dalam mengkonsumsi air hujan tanpa diolah terlebih dahulu.

Air hujan tidak dapat langsung diminum dikarenakan masih bersifat asam, memiliki kadar pH sebesar 4,4. Rendahnya pH dapat berasal dari dekomposisi bahan organik di atas atap yang berasal dari daun-daun jatuh maupun kotoran hewan (Asnaning, Surya, and Saputra 2018). Air hujan juga memiliki kandungan mineral yang rendah yaitu 23-33 mg/L, hal tersebut membuktikan bahwa air hujan belum memenuhi standar air minum berdasarkan Permenkes No. 492 / Menkes / Per / IV / 2010 untuk parameter TDS sebesar 500 mg/l (Anuar and Ahmad 2015). Ketika tubuh mengkonsumsi air dengan mineral yang rendah dapat menimbulkan berbagai macam penyakit. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Badan Kesehatan Dunia (WHO), mengkonsumsi air yang tidak mengandung mineral dapat meningkatkan risiko osteoporosis, hipertensi, serangan jantung, dan hipotiroid. Selain itu, hilangnya elektrolit dalam air dapat menyebabkan ketidakseimbangan elektrolit dalam tubuh. Hal tersebut dikarenakan cairan dan elektrolit (zat terlarut) didalam tubuh merupakan suatu kesatuan yang tidak terpisahkan. Bentuk gangguan keseimbangan cairan yang umum terjadi adalah kelebihan atau kekurangan cairan yaitu air. Kelebihan cairan disebut overhidrasi, sebaliknya kekurangan cairan disebut dehidrasi (Rahman 2010).

Air hujan yang belum melalui pengolahan juga banyak mengandung bakteri, dikarenakan air hujan yang di tampung dari atap rumah biasanya terkontaminasi oleh pencemar mikrobiologi yang berasal dari hewan ataupun yang terbawa oleh angin. Air hujan yang terkontaminasi pencemar mikrobiologi akan memiliki kandungan *coliform*. Semakin tinggi kandungan *coliform* dalam air akan menyebabkan semakin tingginya risiko kehadiran bakteri-bakteri patogen lain yang biasa hidup dalam kotoran manusia dan hewan (Widyaningsih, Supriharyono, and Widyorini 2016). Oleh karena itu, diperlukan alat pengolahan air minum yang efektif dalam mengatasi permasalahan yang ada. Kandungan total coliform dalam air hujan dapat disisihkan melalui metode pengolahan filtrasi. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Untari & Kusnadi (2015), diketahui bahwa total coliform sebelum difiltrasi sebesar 5MPN/100mL dan setelah difiltrasi menjadi 2MPN/100mL. Namun, bahan filter yang digunakan belum mampu menyisihkan total coliform 100%. Berbeda dengan metode yang digunakan dalam penurunan kadar total coliform, untuk parameter pH dan TDS dapat menggunakan metode elektrolisis. Air hujan yang awalnya memiliki kadar pH sebesar 4,5 dan TDS sebesar 11 ppm, setelah melalui pengolahan elektrolisis berubah menjadi 10,6 pada parameter pH dan 41 ppm pada parameter TDS (Kirjito 2019). Berdasarkan hal tersebut, maka pengolahan yang digunakan untuk mendapatkan air minum yang berasal dari air hujan pada penelitian ini melalui kombinasi pengolahan filtrasi dan elektrolisis.

Tujuan dari penelitian ini adalah : (1) Merancang alat pengolahan air hujan menjadi air siap minum dengan alat kombinasi dari sistem pengolahan filtrasi dan elektrolisis (2) Mengetahui efisiensi penerapan teknologi pengolahan air hujan menjadi air siap minum menggunakan kombinasi sistem pengolahan secara filtrasi dan elektrolisis terhadap penyisihan TDS, pH, dan total *coliform*.

## BAHAN DAN METODE

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Meja alat, Wadah 20L dan 6L, galon mini 6L, pipa pvc  $\frac{1}{2}$ " dan  $\frac{3}{4}$ ", *Fitting valve*  $\frac{1}{2}$ ", *ball valve*  $\frac{1}{2}$ ", *fitting elbow*  $\frac{1}{2}$ ", *fitting faucet*  $\frac{1}{2}$ ", *fitting tee*  $\frac{1}{2}$ ", *socket drat dalam*  $\frac{1}{2}$ ", *fitting socket*  $\frac{3}{4}$ ", *reducer*  $\frac{1}{2}$ " to  $\frac{3}{4}$ ", *reducer* kuningan  $\frac{1}{2}$ " to  $\frac{5}{16}$ ", mur air  $\frac{1}{2}$ ", soligen, pompa air, adaptor, kabel, capit buaya, mur dan baut, *stainless steel foodgrade* 304 1mm, karbon aktif, kerikil kecil, busa aquarium dan *melt blown filter* 1 mikrometer 10".

### Rancangan Alat

Alat yang dirancang terdiri dari 2 proses yaitu filtrasi dan elektrolisis. Proses filtrasi pada rancangan alat penelitian ini terbagi menjadi 2, filtrasi 1 berisikan media filter karbon aktif, kerikil kecil, dan busa aquarium sebagai pembatasnya. Sedangkan filtrasi 2 menggunakan *melt blown filter*. Penggunaan media filter tersebut dapat meningkatkan efektivitas penurunan total *coliform*, sedangkan parameter pH dan TDS melalui proses elektrolisis.

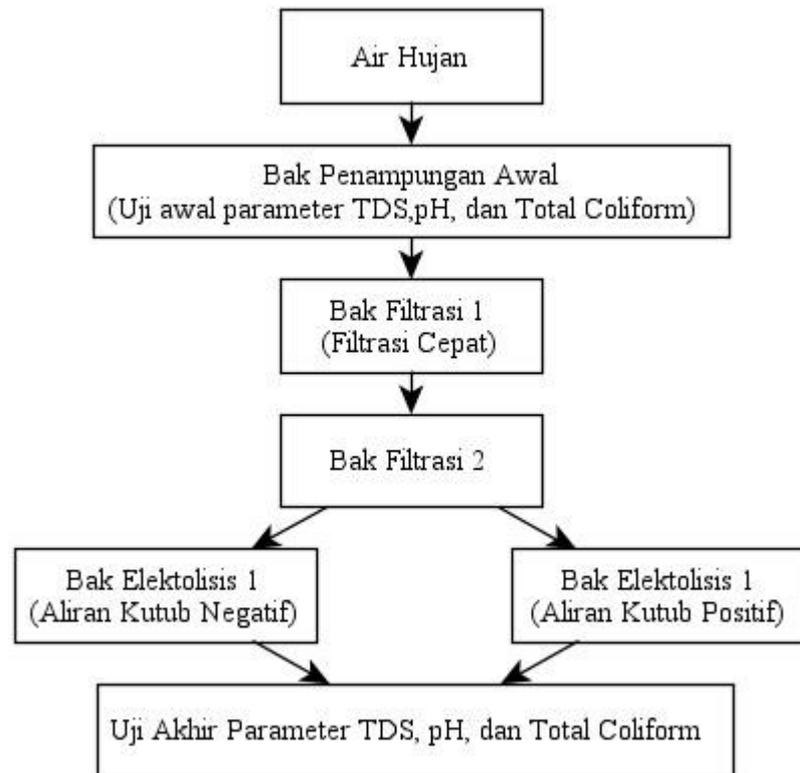


Gambar 1. Alat pengolahan air hujan menjadi air siap minum

### Metode Pelaksanaan

Proses pengolahan air hujan menjadi air siap minum, ialah sampel air hujan dikumpulkan dalam bak penampungan awal yang kemudian akan dialirkan ke bak filtrasi 1 dengan media filter yang tersusun dari bawah berupa busa aquarium, karbon aktif tempurung kelapa, busa aquarium dan kerikil dengan masing-masing ketinggian 3cm, 5cm, 3cm, dan 1 cm. Setelah melewati proses filtrasi 1 selanjutnya air akan masuk ke bak filtrasi 2 yang berisikan *melt blown*

*filter*, kemudian dengan bantuan pompa masuk ke bak elektrolisis 1 dan mengalir ke bak elektrolisis 2. Setelah air terisis di kedua bak elektrolisis selanjutnya air akan dikontakkan dengan listrik melalui adaptor AC/DC dan elektroda berupa *stainless steel foodgrade*. Bak elektrolisis 1 akan dialiri listrik dengan kutub negatif (-) yang akan menghasilkan air bersifat basa sedangkan bak elektrolisis 2 akan dialirkan listrik dengan kutub positif (+), selanjutnya air hasil olahan akan diuji kualitasnya.



Gambar 2. Diagram alir proses pengolahan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian penyisihan kadar TDS, pH, dan total *coliform* pada air hujan siap minum menggunakan rangkaian alat dari proses filtrasi dan elektrolisis. Proses filtrasi pada rangkaian alat terdiri dari 2 tahapan dengan media filter yang berbeda. Media filter pada filtrasi tahap 1 adalah kerikil, karbon aktif, dan busa akuarium, sedangkan di tahap 2 adalah *melt blown filter*. Proses elektrolisis dilakukan dengan beberapa varian waktu berbeda. Sesuai dengan penelitian (Patabang and Leda 2018), hasil elektrolisis air untuk elektrolisis (+) dimanfaatkan sebagai air minum, sedangkan elektrolisis (-) dimanfaatkan sebagai bahan dasar produk kecantikan. Lokasi pengambilan sampel air hujan di Workshop Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura. Pengukuran parameter TDS dan pH dilakukan secara langsung, sedangkan total *coliform* dianalisa di Laboratorium Pengujian Balai Riset dan Standarisasi Industri Pontianak. Berdasarkan penelitian, maka diperoleh hasil analisa sebagai berikut:

Tabel 1. Data hasil analisa air hujan running 1

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Waktu (jam)	Inlet	Outlet
1	pH 1	-	6,5-8,5		6,66	6,08
	pH 2	-				5,62
2	TDS 1	mg/L	500	6	5	15
	TDS 2	mg/L				14

Sumber: Hasil Analisa, 2022 Keterangan:

- Berdasarkan PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010
- 1 Elektrolisis +
- 2 Elektrolisis -

Tabel 2. Data hasil analisa air hujan running 2

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Waktu (jam)	Inlet	Outlet
1	pH 1	-	6,5-8,5		6,68	6,36
	pH 2	-				5,62
2	TDS 1	mg/L	500	8	4	21
	TDS 2	mg/L				27
3	Total <i>coliform</i>	koloni/100 ml	0		90	0

Sumber: Hasil Analisa, 2022 Keterangan:

- Berdasarkan PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010
- 1 Elektrolisis +
- 2 Elektrolisis -

Tabel 3. Data hasil analisa air hujan running 3

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Waktu (jam)	Inlet	Outlet
1	pH 1	-		6		6,05
	pH 2	-				6,02
2	pH 1	-	6,5-8,5	8	6,81	6,07
	pH 2	-				6,04
3	pH 1	-		12		4,45
	pH 2	-				4,61

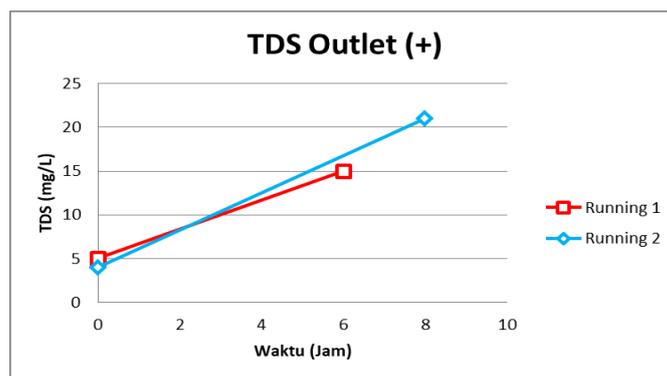
Sumber: Hasil Analisa, 2022 Keterangan:

- Berdasarkan PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010
- 1 Elektrolisis + - 2 Elektrolisis -

Berdasarkan data hasil analisa diatas dapat diketahui bahwa kualitas air hujan sebelum pengolahan untuk parameter total *coliform* melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Sedangkan kualitas air hujan setelah pengolahan untuk parameter pH yang belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Efisiensi penyisihan parameter pada pengolahan air hujan dengan rangkaian alat ini adalah TDS 73,81% dan total *coliform* 100%.

#### Analisa TDS dalam Air Hujan

Total Dissolved Solid (TDS) adalah jumlah zat padat terlarut baik berupa ion-ion organik, senyawa maupun koloid di dalam air. Bila total zat padat terlarut bertambah maka kesadahan akan naik pula. Air hujan sendiri memiliki kadar TDS yang rendah karena kandungan mineralnya yang relatif sedikit. Hal ini disebabkan oleh air yang jatuh berinteraksi dengan udara sebelum mencapai tanah.



Gambar 3. Hubungan TDS dan waktu elektroisis outlet (+)  
Sumber: Hasil Analisa, 2022

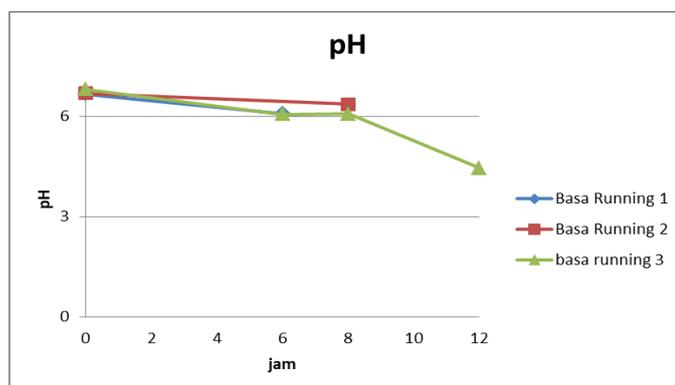
Berdasarkan kurva, semakin lama waktu elektrolisis maka TDS semakin meningkat. Efisiensi peningkatan TDS dengan rangkaian alat ini pada running 1 sebesar 66,67% dan di running 2 sebesar 80,95%, sehingga rata-rata efisiensi TDS adalah 73,81%. Meskipun nilai TDS dari hasil pengolahan belum melampaui baku mutu air minum berdasarkan PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010, nilai TDS-nya masih tergolong rendah bersifat lunak dan tidak kaya akan kandungan mineral. Menurut WHO, air yang dikonsumsi setidaknya memiliki nilai TDS 300 mg/L atau maksimal 500 mg/L. Air yang memiliki nilai TDS 100 mg/L atau dibawahnya dikategorikan air bersih bersifat lunak. Sedangkan air yang nilai TDS-nya 100-500 mg/L dikategorikan air bersih yang kaya akan kandungan mineral.

Penggunaan karbon aktif sebagai media filter meningkatkan kandungan TDS dalam air hasil olahan karena meningkatkan kandungan mineral dalam air tersebut. Bahan alam sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif tidak hanya mengandung senyawa karbon tetapi juga mengandung beberapa mineral, dimana sebagian dari mineral ini telah hilang pada saat karbonisasi dan aktivasi, namun sebagian lagi diperkirakan masih tertinggal dalam karbon aktif (Silaban 2018). Sisa mineral inilah yang menyebabkan TDS meningkat.

Selain disebabkan oleh media filter peningkatan kadar TDS berkaitan dengan konduktivitas listrik zat cair. Menurut penelitian (Zamora, Harmadi, and Wildian 2016), konsentrasi TDS yang terionisasi dalam suatu zat cair mempengaruhi konduktivitas listrik zat cair tersebut. Makin tinggi konsentrasi TDS yang terionisasi dalam air, makin besar konduktivitas listrik larutan tersebut. Berdasarkan (Nicola 2015), konduktivitas dipengaruhi oleh konsentrasi ion didalam larutan, semakin banyak ion semakin besar nilai konduktivitasnya. Karena total padatan terlarut merupakan konsentrasi jumlah ion kation (+) dan anion (-) di dalam air.

*Analisa pH dalam Air Hujan*

Nilai ambang batas pH untuk air minum sesuai dengan PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 yaitu 6,5 – 8,5.



Gambar 4. Hubungan pH dan waktu elektrolisis Sumber: Hasil Analisa, 2022

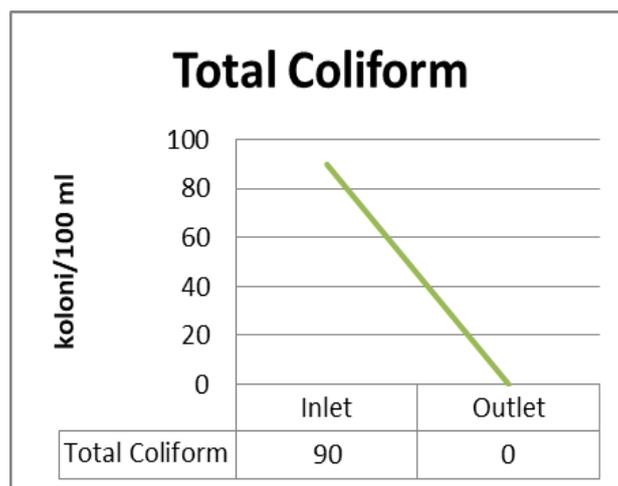
Berdasarkan kurva dari ketiga running, semakin lama waktu elektrolisis maka pH air cenderung meningkat. Akan tetapi pH masih belum memenuhi baku mutu PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Penurunan pH air terjadi setelah air melewati filtrasi tahap 1, hal ini disebabkan karena penggunaan karbon aktif dari tempurung kelapa. Karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa tidak mampu mengikat senyawa asam dan kemungkinan memiliki ion  $H^+$  yang malah menurunkan pH air yang melewatinya (Akbar 2019). Perbedaan nilai pH yang signifikan pada running ke-3 disebabkan oleh ketelitian alat ukur yang berbeda.

Perubahan pH pada air hujan memerlukan waktu yang cukup lama dengan perubahan nilai yang tidak besar. Karena air memiliki daya hantar listrik yang rendah. Air termasuk elektrolit yang sangat lemah dan memiliki ion-ion  $H^+$  dan  $OH^-$  yang relatif sedikit sekitar  $10^{-7}$  pada kondisi standar. Air dapat mengalami ionisasi menjadi ion-ion  $H^+$  dan  $OH^-$ . Oleh karena itu sangat memungkinkan untuk di elektrolisis menjadi gas-gas  $H_2$  dan  $O_2$ . Karena ion yang relatif sedikit, muatan ion akan mengganggu aliran arus listrik lebih lanjut sehingga proses elektrolisis air murni berlangsung sangat lambat (Utari 2018).

Salah satu faktor yang mempengaruhi elektrolisis ialah luas permukaan tercelup. Menurut penelitian (Wahyono, Sutanto, and Hidayanto 2017), semakin besar luasan menyentuh elektrolit maka semakin mempermudah suatu elektrolit untuk mentransfer elektronnya. Pada penelitian yang kami lakukan air hanya menyentuh setengah dari elektroda sehingga pada saat elektrolisis transfer elektron bekerja lambat. Selain itu, luas permukaan elektroda yang kecil hanya dapat menghantar listrik yang sedikit juga.

*Analisa Total Coliform dalam Air Hujan*

Menurut (Asyfiradayati 2017), semakin tinggi tingkat kontaminasi bakteri *coliform*, maka semakin tinggi pula risiko kehadiran bakteri-bakteri patogen lain yang biasa hidup dalam kotoran manusia dan hewan. Air yang tercemar oleh mikroorganisme patogen akan berbahaya bagi kesehatan manusia, terutama patogen penyebab infeksi saluran pencernaan.



Gambar 5. Kurva penyisihan total coliform

Sumber: Hasil Analisa, 2022

Berdasarkan kurva pada Gambar 4, air hujan yang telah diolah dengan rangkaian alat ini dapat menurunkan total *coliform* dengan maksimal. Air hujan yang awalnya memiliki total *coliform* sebanyak 90 koloni/100 ml setelah diolah menjadi 0 koloni/100 ml. Sehingga total *coliform* dalam air hujan tidak ada dan memenuhi baku mutu PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 yaitu 0 koloni/100ml.

Berdasarkan penelitian (Hasbiah, Mulyatna, and Pahilda 2019), penggunaan *melt blown filter cartridge* 1 mempunyai efisiensi menurunkan total *coliform* sebesar 100%. Hal inilah yang menjadi acuan penggunaan *melt blown filter* sebagai media filter filtrasi kedua, yang mana diketahui bakteri *coliform* memiliki ukuran 0,5-3 mikrometer. Sehingga bakteri *coliform* akan menempel pada permukaan *melt blown filter* yang terbuat dari *polypropylene*. Penggunaan filter *melt blown* 1 mikron filtrasi tahap 2 terbukti mampu menyisihkan total *coliform* dalam air hujan dengan efisiensi mencapai 100%. Karena bakteri patogen menempel pada lapisan serat filter.

### KESIMPULAN

Rangkaian alat pengolahan air hujan siap minum adalah kombinasi dari proses filtrasi dan elektrolisis. Proses filtrasi yang digunakan terdiri atas dua tahap dengan media yang berbeda. Filtrasi tahap satu menggunakan kombinasi media filter dari busa akuarium, karbon aktif tempurung kelapa, dan kerikil. Sedangkan filtrasi tahap dua menggunakan media filter *melt blown* 1 mikrometer. Rangkaian alat pada proses elektrolisis terdiri atas elektroda kawat stainless steel 304 dengan adaptor AC/DC 19V. Hasil efisiensi rangkaian alat dalam menyisihkan parameter adalah TDS 73,81% dan total coliform 100%.

Peningkatan pH elektrolisis (+) tertinggi adalah 6,36 dengan lama waktu elektrolisis 8 jam. TDS dan total coliform air hujan setelah pengolahan memenuhi baku mutu yang ditetapkan, sedangkan pH masih belum memenuhi baku mutu. Penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan elektroda jenis lain yang luas permukaannya lebih besar agar menghantarkan listrik lebih baik. Serta jarak rangkaian alat pada sambungan antar bak elektrolisis lebih diperpendek agar memudahkan dalam proses pertukaran ion. Selain itu perlu juga dilakukan pengujian parameter kimia dan daya hantar listrik.

## Ucapan Terimakasih

Dengan selesainya penelitian ini, Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Terutama kepada dosen pembimbing kami ibu Rizki Purnaini, ST., MT yang telah membimbing serta memberi masukan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Arif. 2019. Pengaruh variasi karbon aktif pada alat penjernih air.
- Anuar, Khairil, and Adrianto Ahmad. 2015. Kesehatan masyarakat (studi kasus di kecamatan Bangko Bagansiapiapi). *Dinamika Lingkungan Indonesia* 2:32–39.
- Asnaning, Aniessa Rinny, Surya, and Andy Eka Saputra. 2018. Uji kualitas air hujan hasil filtrasi untuk penyediaan air bersih. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian VII (2016)*:288–93.
- Asyfiradayati, Rezenia. 2017. Total coliform air hujan pada tempat penampungan air hujan (PAH) skala rumah tangga penduduk Kabupaten Lamongan. 37–40.
- Hasbiah, Astri Widiyastuti, Lili Mulyatna, and Widia Rahmawati Pahilda. 2019. Penyisihan total coliform dalam air hujan menggunakan media filter zeolite termodifikasi, karbon aktif, dan melt blown filter cartridge. *Infomatek* 21(1). doi: 10.23969/infomatek.v21i1.1610.
- Kirjito, Vincentius. 2019. Titik balik evolusi budaya air langit dengan Budaya Sains Eksperimental Air Langit (BSEAL). *Jurnal Perkotaan* 9(2):101–15. doi: 10.25170/perkotaan.v9i2.344.
- Nicola, Fendra. 2015. Hubungan antara konduktivitas, TDS (*Total Dissolved Solid*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) dengan kadar Fe<sup>2+</sup> Dan Fe total pada air sumur gali.” Skripsi.27.
- Patabang, Simon, and Jeremias Leda. 2018. Pengolahan air minum alkali berbasis rumah tangga. Pp. 150–53 in *Prosiding Seminar Hasil Pengabdian (SNP2M) 2018 (pp.150-153)* 978-602-60766-5-6. Vol. 2018.
- Rahman, Diya Rashida Binti Abu. 2010. Gangguan keseimbangan cairan dan elektrolit.
- Silaban, Doly Prima. 2018. Karbon aktif dari arang tempurung kelapa limbah mesin boiler sebagai bahan penyerap logam Cd, Cu dan Pb. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* 29(2):119. doi: 10.28959/jdpi.v29i2.4005.
- Statistik, Badan Pusat, and Kota Pontianak. 2020. Kota pontianak dalam angka 2020.
- Untari, Tanti, and Joni Kusnadi. 2015. Pemanfaatan air hujan sebagai air layak konsumsi di Kota Malang dengan metode modifikasi filtrasi sederhana. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri* 3(4):1492–1502.
- Utari, Shinta Dwi. 2018. Pengaruh waktu elektrolisis air menggunakan produksi tanaman hidroponik kangkung (*Ipomoea Reptans Poir*) produksi tanaman hidroponik kangkung (*Ipomoea Reptans Poir*). 1–6.
- Wahyono, Yoyon, Heri Sutanto, and Eko Hidayanto. 2017. Produksi gas *hydrogen* menggunakan metode elektrolisis dari elektrolit air dan air laut dengan penambahan katalis NaOH. *Youngster Physics Journal* 6(4):353–59.

- Widyaningsih, Wiwid, Supriharyono Supriharyono, and Niniek Widyorini. 2016. Analisis total bakteri coliform di perairan muara kali Wisu Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)* 5(3):157–64. doi: 10.14710/marj.v5i3.14403.
- Zamora, Ronaldi, Harmadi Harmadi, and Wildian Wildian. 2016. Perancangan alat ukur TDS (*Total Dissolved Solid*) air dengan sensor konduktivitas secara real time. *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi* 7(1):11. doi: 10.31958/js.v7i1.120.