

**SINTESIS HIDROGEN PEROKSIDA PADA PENGOLAHAN AIR KOLAM RENANG
MENGUNAKAN METODE ELEKTRODISINFECTAN*****(THE SYNTHESIS OF HYDROGEN PEROXIDE IN SWIMMING POOL WATER
TREATMENT USING ELECTRODISINFECTANT METHOD)*****Suyanta dan Fika Deni Utari**

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta

Jl. Colombo No. 1 Yogyakarta 55281

email: suyanta@uny.ac.id**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensial dan waktu optimum proses elektrodisisinfektan air kolam renang serta mengetahui kualitas air kolam renang berdasarkan parameter kadar hidrogen peroksida, pH dan TDS setelah proses elektrodisisinfektan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32/MENKES/PER/VI/2017. Optimasi potensial listrik menggunakan variasi 2, 4, 6, 8, dan 10 volt. Optimasi waktu yang digunakan adalah variasi 0,5; 1; 2; 3; dan 4 jam. Sampel dianalisis untuk mengetahui kadar hidrogen peroksida, pH, dan TDS air kolam renang berturut-turut menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis, pH meter, dan TDS meter. Berdasarkan penelitian potensial optimum proses elektrodisisinfektan sebesar 10 volt, sedangkan waktu optimum selama 4 jam dengan hidrogen peroksida yang dihasilkan sebesar 68,05 mg/L. Kualitas air kolam renang berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI dikatakan baik karena memenuhi standar kualitas air kolam renang yaitu kadar hidrogen peroksida kurang dari 0,3%; pH antara 7-7,8; dan nilai TDS air kolam renang turun dari 219 menjadi 216.

Kata kunci: *elektrodisisinfektan, hidrogen peroksida, pH, TDS, elektroda titanium dan grafit*

Abstract

This study was aimed at determining the potential and the optimum time for the electrodisinfectant process of swimming pool water and determining the quality of swimming pool water based on the parameters of hydrogen peroxide, pH, and TDS levels after the electrodisinfectant process based on the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Nomor 32/MENKES/PER/VI/2017. The electric potential optimizations used were 2, 4, 6, 8, and 10 volts. The time optimizations used were 0.5, 1, 2, 3, and 4 hours. The samples were analyzed using UV-Vis spectrophotometric methods, pH meter, and TDS meter to determine hydrogen peroxide levels, pH, and TDS of swimming pool water. The result shows that the optimum potential for the electrodisinfectant process is 10 volts, while the optimum time for 4 hours with hydrogen peroxide is 68.05 mg/L. The quality of swimming pool water based on the Minister of Health Regulation is categorized as good quality. The quality of the water meets the swimming pool water quality standards. The hydrogen peroxide level is less than 0.3%, the pH is between 7-7.8, and the TDS value of swimming pool water drops from 219 to 216.

Keyword: *electrodisinfection, hydrogen peroxide, pH, TDS, titanium and graphite electrodes*

PENDAHULUAN

Air merupakan bahan alam yang diperlukan untuk kehidupan manusia, hewan dan tanaman yaitu sebagai media pengangkutan zat-zat makanan, juga merupakan sumber energi serta berbagai keperluan lainnya (Sasongko, Widyastuti, & Priyono, 2014). Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 menyebutkan bahwa yang dimaksud air kolam renang adalah air di dalam kolam renang yang digunakan untuk olah raga renang dan kualitasnya memenuhi syarat kesehatan.

Effendi (2003) menyatakan bahwa kualitas air yang tersedia saat ini masih kurang memenuhi syarat kualitas air bersih, salah satunya berdasarkan syarat mikrobiologis air kolam renang masih mengandung bakteri patogen. Salah satu upaya pengawasan kualitas air kolam renang secara kimiawi adalah pemberian senyawa klor berupa kaporit yang berfungsi untuk mereduksi zat organik, mengoksidasi logam, dan sebagai desinfeksi terhadap mikroorganisme. Namun, penggunaan kaporit juga harus sesuai dengan batas aman yang ada. Penggunaan kaporit dalam konsentrasi yang kurang dapat menyebabkan mikroorganisme yang ada di kolam renang tidak terdesinfeksi dengan baik. Sedangkan penggunaan kaporit dengan konsentrasi yang berlebih dapat meninggalkan sisa klor yang menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan (Cita & Adriyani, 2013).

Polutan yang terkandung dalam air kolam renang juga dapat berasal dari orang-orang yang berenang di dalamnya, yaitu berasal dari keringat, ludah, urin, dan lain-lain. Jika melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/MEN.KES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Menteri Kesehatan RI, hal tersebut dapat membahayakan kesehatan manusia (Nugroho & Suyanta, 2016).

Menelan hanya sedikit air yang mengandung kuman dapat mengakibatkan penyakit. Penyakit akibat aktivitas berenang dikenal pula dengan sebutan *Recreational Water Illness (RWIs)*. RWIs dapat disebabkan oleh bahan kimia dalam air atau bahan kimia yang menguap dari air. Keluhan yang paling sering dilaporkan adalah diare (Talita, Nurjazuli, & Dangiran, 2016).

Kualitas air kolam renang harus cukup terpelihara secara teratur dan terus menerus sehingga air bebas dari pencemaran. Kondisi ini dapat menahan atau mengurangi penularan penyakit yang dapat ditularkan melalui air. Maka diperlukan pengolahan air kolam renang yang aman. Salah satu cara pengolahan air kolam renang yang aman adalah dengan cara elektrokimia.

Saat ini teknologi elektrokimia telah diterapkan dalam pengolahan air dan air limbah. Elektroagulasi dan elektrodesinfektan memiliki potensi besar dalam

pengolahan air minum, air limbah, kolam renang, dan air industri (Nugorho & Suyanta, 2016).

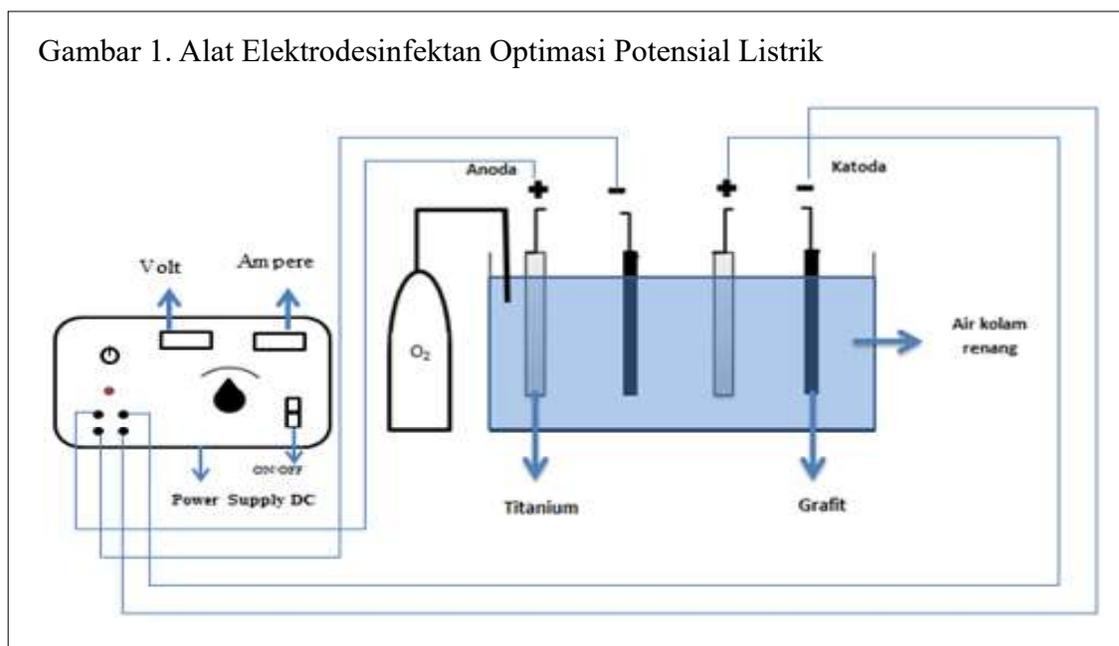
Berdasarkan uraian diatas, perlu dilakukan pengolahan air kolam renang menggunakan metode elektrodisisinfektan dengan elektroda titanium dan grafit yang diharapkan dapat menghasilkan hidrogen peroksida yang dapat mendesinfeksi bakteri pada kolam renang sehingga kualitas air kolam renang sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32/MENKES/PER/VI/2017.

METODE PENELITIAN

Rangkaian alat elektrodisisinfektan disajikan seperti pada Gambar 1. Optimasi potensial listrik dilakukan dengan cara sebagai berikut. Sampel air kolam renang

sebanyak 10 liter dimasukan ke dalam bak kaca berukuran 50 x 30 x 30 cm. Sumber arus DC dihidupkan pada tegangan 2 volt. Oksigen dalirkan dengan laju alir sebesar 2,5 L/menit. Proses elektrodisisinfektan dilakukan selama 1 jam. Air hasil elektrodisisinfektan dimasukan ke dalam botol sampel untuk dianalisis kadar hidrogen peroksidanya. Nilai pH diukur menggunakan pH meter digital. TDS diukur menggunakan TDS meter digital. Prosedur yang sama dilakukan kembali dengan mengganti potensial listrik 4, 6, 8, dan 10 volt. Perlakuan sama diulangi dengan waktu 1, 2, 3, dan 4 jam untuk mendapatkan optimasi waktu elektrodisisinfektan.

Analisis H_2O_2 dengan spektrofotometer UV-Vis. Larutan induk hidrogen peroksida dibuat dengan melarutkan 1,7 ml larutan



hidrogen peroksida 30% dengan akuades hingga volume 1 liter. Larutan standar hidrogen peroksida 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 60, 80, dan 100 mg/L dibuat dari larutan hidrogen peroksida 500 mg/L.

Kurva standar hidrogen peroksida dibuat dengan memasukkan masing-masing larutan standar hidrogen peroksida sebanyak 50 mikroliter ke dalam tabung reaksi. Kemudian masing-masing ditambahkan 10 mL larutan HCl, 1 mL larutan KI, 1 mL larutan ammonium molibdat dalam H_2SO_4 , dan 1 mL larutan amilum. Dua puluh menit setelah menambahkan KI, masing-masing larutan diukur absorbansinya pada 561,8 nm.

Sampel air kolam renang dianalisis dengan memasukkan 50 mikroliter air kolam renang ke dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 10 mL larutan HCl, 1 mL larutan KI, 1 mL larutan ammonium molibdat dalam H_2SO_4 , dan 1 mL larutan amilum. Dua puluh menit setelah

menambahkan KI, masing-masing larutan diukur absorbansinya pada 561,8 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

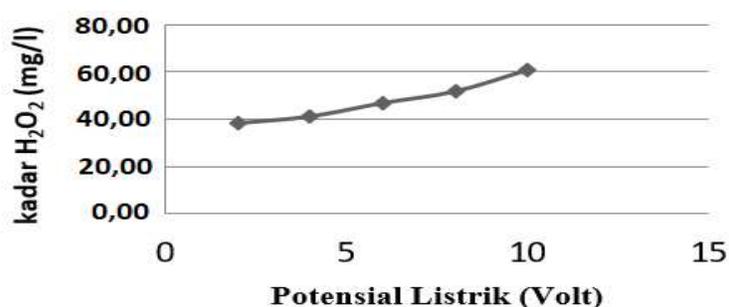
Optimasi Potensial Listrik. Kadar hidrogen peroksida pada sampel dianalisis dengan metode spektrofotometri UV-Vis. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah proses elektrodisinfektan. Hasil pengukuran kadar hidrogen peroksida dalam air kolam renang sebelum dan sesudah elektrodisinfektan dengan variasi potensial dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan data tersebut dapat dibuat grafik hubungan potensial listrik dengan hidrogen peroksida yang dihasilkan (Gambar 2).

Potensial optimum 10 volt dengan kadar hidrogen peroksida sebesar 60,91 mg/L. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode elektrodisinfektan dapat menghasilkan hidrogen peroksida yang pada umumnya digunakan sebagai desinfektan.

Tabel 1
Data Hidrogen Peroksida Sebelum dan Sesudah Proses Elektrodesinfektan dengan Variasi Potensial

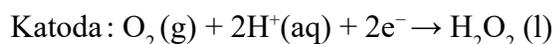
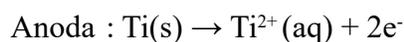
Voltase	Arus	Kadar H_2O_2 (mg/L)		H_2O_2 Hasil Elektrolisis (mg/L)
		Awal	Akhir	
2	3	32,48	70,78	38,30
4	11	32,48	73,65	41,17
6	23	32,48	79,36	46,88
8	36	32,48	84,27	51,79
10	58	32,48	93,39	60,91

Gambar 2. Grafik Hubungan Potensial Listrik dengan Kadar Hidrogen Peroksida



Lim dan Hoffmann (2019) menjelaskan bahwa ada dua jalur untuk menghasilkan H₂O₂ dengan elektrokimia untuk yaitu reduksi O₂ pada katoda sesuai persamaan $O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O_2$ dan oksidasi air pada bahan anoda yang cocok (misalnya anoda dengan potensial tinggi) sesuai persamaan $2H_2O \rightarrow H_2O_2 + 2H^+ + 2e^-$.

Reaksi yang terjadi pada proses elektrodisefektan adalah sebagai berikut:



Hidrogen peroksida lebih aman digunakan sebagai disinfektan karena tidak meninggalkan residu yang berbahaya. Adanya ion-ion logam yang umumnya terdapat dalam sitoplasma sel menyebabkan terbentuknya radikal superoksida (O_2^-) yang selama pembentukan oksigen akan bereaksi dengan gugus bermuatan negatif dalam protein dan akan menonaktifkan sistem enzim yang penting (Setiawan, Sibarani, & Suprihatin, 2013).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara besar potensial listrik dengan perubahan nilai pH air kolam renang. Proses elektrodisefektan dengan potensial listrik 2, 4, 6, 8, dan 10 volt dapat menaikkan pH berturut-turut menjadi 6,4; 6,4; 6,6; 6,6; dan 6,7. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin besar potensial listrik yang digunakan maka pH akan semakin tinggi. Peningkatan pH disebabkan oleh ion hidroksil yang dihasilkan dari proses reduksi H₂O di katoda lebih banyak dibanding ion H⁺ yang terbentuk di anoda sehingga larutan bersifat basa. Proses evolusi hidrogen di katoda saat proses elektrolisis menyebabkan terjadinya kenaikan pH. Evolusi hidrogen merupakan proses produksi hidrogen melalui reaksi elektrolisis air (Astuti, 2016).

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa terdapat hubungan antara potensial listrik dengan nilai TDS. Pada proses elektrodisefektan dengan potensial listrik 2, 4, 6, 8, dan 10 volt mampu menurunkan

TDS air kolam renang dengan nilai TDS berturut-turut sebesar 218, 217, 217, 216, dan 216. Hal ini menunjukkan semakin besar potensial listrik yang digunakan, nilai TDS air kolam renang semakin berkurang.

Penurunan nilai TDS setelah proses elektrolisis terjadi karena polutan-polutan yang ada di dalam air kolam renang ikut mengendap bersama flok dan elektroda (anoda dan katoda). Analisa total padatan terlarut digunakan sebagai indikator untuk menentukan kualitas umum dari air. Sumber padatan terlarut total dapat mencakup semua kation dan anion terlarut. Total zat padat terlarut biasanya terdiri atas zat organik, garam anorganik, dan gas terlarut (Jannah, 2019).

Optimasi waktu proses elektrodiseinfektan. Hasil pengukuran kadar hidrogen peroksida pada variasi waktu proses elektrodiseinfektan dapat dilihat pada Tabel 2.

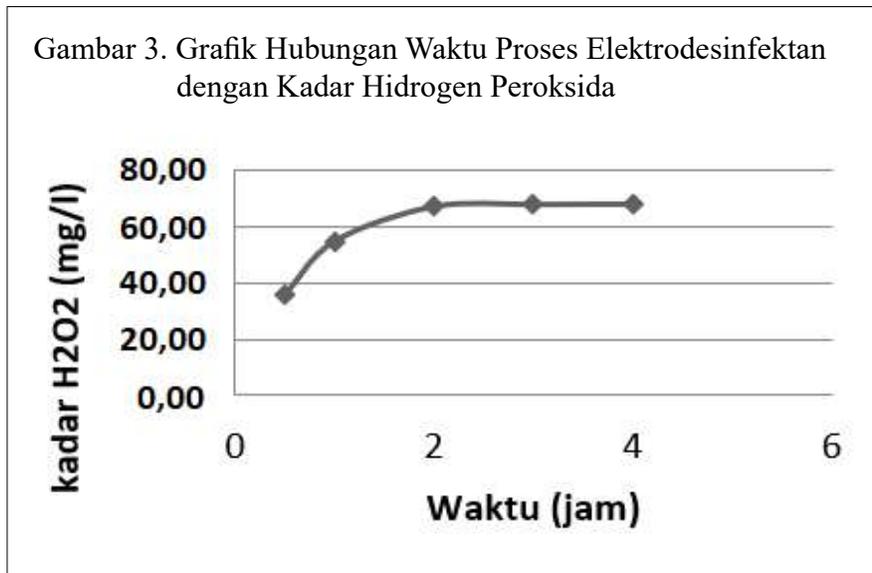
Data tersebut kemudian dibuat grafik hubungan waktu proses elektrodiseinfektan

dengan kadar hidrogen peroksida seperti pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin lama proses elektrodiseinfektan maka hidrogen peroksida yang dihasilkan juga semakin bertambah.

Berdasarkan penelitian, waktu optimum elektrodiseinfektan menggunakan elektroda titanium dan grafit adalah 4 jam dengan kemampuan menghasilkan hidrogen peroksida sebesar 68,05 mg/L. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa nilai pH semakin bertambah seiring dengan bertambahnya waktu proses elektrodiseinfektan. Pada proses elektrodiseinfektan diketahui bahwa dengan waktu 0,5; 1; 2; 3; dan 4 jam mampu menaikkan nilai pH dari 6,4 berturut-turut menjadi 6,6; 6,8; 6,8; 6,8; dan 7,0. Peningkatan pH ini disebabkan oleh proses reduksi air pada katoda yang meningkatkan kadar ion OH⁻ pada proses elektrolisis. Kenaikan nilai pH ini adalah faktor penting dalam menunjukkan performa selama proses elektrolisis (Fakhrudin, 2018).

Tabel 2
Data Hidrogen Peroksida Sebelum dan Sesudah Proses Elektrodiseinfektan dengan Variasi Waktu

Waktu (jam)	Voltase (Volt)	Kadar Hidrogen Peroksida (mg/l)		Hidrogen Peroksida Hasil Elektrolisis (Mg/L)
		awal	akhir	
0,5	10	32,48	68,04	35,56
1,0	10	32,48	87,24	54,76
2,0	10	32,48	99,70	67,22
3,0	10	32,48	100,43	67,95
4,0	10	32,48	100,53	68,05



Nilai pH pada potensial 10 volt dengan waktu optimum yaitu 4 jam dapat mencapai nilai 7. Nilai tersebut memenuhi syarat nilai pH menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32/MENKES/PER/VI/2017 bahwa pH untuk air kolam renang antara 7-7,8.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara waktu elektrodiesinfektan dengan efisiensi penurunan nilai TDS air kolam renang. Pada proses elektrodiesinfektan dengan waktu 0,5; 1; 2; 3; dan 4 jam dapat menurunkan nilai TDS dengan nilai berturut-turut sebesar 217, 217, 215, 215, dan 214. Semakin lama proses elektrodiesinfektan nilai TDS semakin turun. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses elektrodiesinfektan dapat meningkatkan kualitas air kolam renang.

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa metode elektrodiesinfektan menggunakan elektroda titanium dan grafit dapat menghasilkan hidrogen peroksida yang dapat membunuh bakteri patogen dalam air kolam renang. Selain itu, metode elektrodiesinfektan juga dapat menaikkan pH air dan menurunkan nilai TDS dalam air seiring dengan bertambahnya potensial dan waktu proses elektrodiesinfektan. Hal ini dapat membuktikan bahwa kualitas air kolam renang setelah proses elektrodiesinfektan menjadi lebih baik dari sebelum dilakukannya proses elektrodiesinfektan karena nilai TDS air kolam renang semakin menurun, selain itu air kolam renang memenuhi syarat berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32/MENKES/PER/VI/2017 yaitu hidrogen peroksida kurang dari 0,3%; pH antara 7-7,8; dan TDS turun dari 219 menjadi 216.

SIMPULAN

Potensial optimum dan waktu optimum proses elektrodisefektan menggunakan elektroda titanium dan grafit untuk menghasilkan hidrogen peroksida pada air kolam renang adalah 10 volt dan 4 jam dengan hidrogen peroksida yang dihasilkan sebesar 68,5 mg/L. Kualitas air kolam renang berdasarkan parameter hidrogen peroksida, pH dan TDS setelah dilakukan proses elektrodisefektan menggunakan elektroda titanium dan grafit menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32/MENKES/PER/VI/2017 dapat dikatakan baik karena memenuhi syarat kualitas air kolam renang yaitu hidrogen peroksida kurang dari 0,3%; pH 7-7,8 serta nilai TDS air kolam renang turun dari 219 menjadi 217.

DAFTAR PUSTAKA

- Arizona, F. (2017). *Pengurangan ion logam Ca²⁺ pada air kolam renang menggunakan metode elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium-grafit* (Skripsi tidak diterbitkan). Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Astuti, Y. A. (2016). *Reaksi evolusi hidrogen menggunakan media tepung mocaf dengan elektroda stainless steel/fe-co-ni secara elektrolisis* (Skripsi tidak diterbitkan). Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Cita, D. W., & Adriyani, R. (2013). Kualitas air dan keluhan kesehatan pengguna kolam renang di Sidoarjo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 7(1), 26-31.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fakhrudin, Nurdiana, J., & Wijayanti, D. W. (2018, Januari). Analisis penurunan kadar Cr (chromium), Fe (besi) dan Mn (mangan) pada limbah cair laboratorium teknologi lingkungan fakultas teknik universitas mulawarman samarinda dengan menggunakan metode elektrolisis. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi, Inovasi dan Aplikasi di Lingkungan Tropis*, 1(1), 10-15.
- Jannah, M. (2019). *Penurunan bakteri escherichia coli pada air kolam renang menggunakan metode elektrodisefektan dengan elektroda titanium-grafit* (Skripsi tidak diterbitkan). Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Lim, J., & Hoffmann, M. R. (2019). Substrate oxidation enhances the electrochemical production of hydrogen peroxide. *Chemical Engineering Journal*, 374, 958-964.
- Menteri Kesehatan. (1990). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*. Jakarta: Departemen Kesehatan.
- Menteri Kesehatan. (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32/MENKES/PER/VI/2017*. Jakarta: Departemen Kesehatan.
- Nugroho, R., & Suyanta. (2016). Pengolahan air kolam renang menggunakan metode elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium-grafit. *Jurnal Kimia Dasar*, 5(6), 1-9.
- Sasongko, E. B., Widyastuti, E., & Priyono, R. E. (2014). Kajian kualitas air dan penggunaan sumur gali oleh masyarakat di sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(2), 72-82.

Setiawan, D., Sibarani, J., & Suprihatin, I. E. (2013). Perbandingan efektifitas disinfektan kaporit, hidrogen peroksida, dan pereaksi fenton (H_2O_2/Fe^{2+}). *Cakra Kimia*, 1(2), 16-24.

Talita, S., Nurjazuli, N., & Dangiran, H. L. (2016). Studi kualitas bakteriologis air kolam renang dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di kolam renang Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(5), 196-203.