

## Hubungan Keluhan Iritasi Mata dengan Lama Kontak dan Kadar Klorin pada Air Kolam Renang Universitas Lampung

Fahma Azizaturrahmah<sup>1</sup>, Rani Himayani<sup>2</sup>, Anggraeni Janar Wulan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

<sup>2</sup>Bagian Ilmu Penyakit Mata, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

<sup>3</sup>Bagian Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

### Abstrak

Iritasi mata adalah peradangan lapisan konjungtiva yang diakibatkan oleh paparan zat iritan seperti zat kimia. Klorin pada air kolam renang merupakan salah satu zat kimia yang dapat menimbulkan munculnya keluhan iritasi mata pada kadar dan waktu tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara keluhan iritasi mata dengan waktu kontak dan kadar klorin air kolam renang. Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan metode *cross sectional*, dengan teknik pengambilan sampel secara *consecutive sampling*. Sampel yang digunakan sebanyak 96 sampel. Kadar klorin diuji dengan klorin meter sedangkan keluhan mata dan waktu kontak diambil dari pengisian kuisioner. Uji analisis dilakukan dengan menggunakan uji *chi-square*. Hasil penelitian didapatkan bahwa terdapat hubungan antara keluhan mata dengan kadar klorin dengan hasil uji *chi-square* nilai  $p=0,002$  dan *odds ratio* sebesar 4,577. Terdapat hubungan antara keluhan mata dengan waktu kontak klorin dengan hasil uji *chi-square* nilai  $p=0,04$  dan *odds ratio* sebesar 2,857. Pengunjung dengan paparan klorin yang melebihi standar beresiko 4,577 kali lebih besar terkena iritasi mata dibanding pengunjung dengan paparan klorin sesuai standar. Pengunjung dengan paparan klorin lebih dari 15 menit beresiko 2,857 kali lebih besar mengalami iritasi mata dibanding pengunjung dengan paparan klorin kurang dari 15 menit.

**Kata Kunci:** Iritasi mata, kadar klorin, waktu kontak klorin

## Relationship of Eye Irritation with Exposure Time and Chlorine Level on Lampung University Swimming Pool

### Abstract

Eye irritation is an inflammation of conjunctival layer caused by exposure of irritant substances such as chemicals. Chlorine in swimming pool water is one of the chemical substances that can cause eye irritation complaint at a certain level and time. This study aims to determine the relationship between eye irritation with contact time and swimming pool chlorine levels. The research design was quantitative with cross sectional method, with sampling technique of consecutive sampling. There were 96 participants. Chlorine levels were tested with chlorine meter then eye complaint and contact time were taken from the questionnaire filling. The analysis test was performed by using chi-square test. There was correlation between eye irritation with chlorine level with result of chi-square test  $p$  value = 0,002 and odds ratio equal to 4,577. There was correlation between eye complaint with chlorine contact time with chi-square test  $p$  value = 0,04 and odds ratio 2,857. Participants with chlorine exposure more than standard were at risk 4,577 times to have eye irritation than participants with chlorine exposure at standard. Participants with chlorine exposure more than 15 minutes were at risk 2,857 times to have eye irritation than participants with chlorine exposure less than 15 minutes.

**Keywords:** Chlorine exposure time, chlorine level, eye irritation

Korespondensi: Fahma Azizaturrahmah, alamat Jl. Flamboyan 2 AA 9 No 17 Pamulang Tangerang Selatan HP 087809423824, e-mail: fahma.azizah@gmail.com

### Pendahuluan

Renang merupakan salah satu olahraga yang sangat digemari masyarakat Indonesia. Olahraga di dalam air adalah pengalaman menyenangkan karena membuat orang tetap dingin dan rileks dengan tekanan pada sendi yang sangat minimal. Renang memiliki banyak manfaat dalam kesehatan mulai dari otot, jantung, pernapasan, dan lainnya. Selain untuk menjaga kebugaran, renang juga dapat digunakan sebagai rekreasi dan rehabilitasi.

Renang terbukti dapat memperbaiki kapasitas paru pada penderita asma, meningkatkan kemampuan otak serta dapat memperbaiki masalah psikis. Selain itu, renang juga bermanfaat untuk meningkatkan kualitas hidup manusia.<sup>1</sup>

Bila kolam renang tidak memenuhi kriteria yang sesuai, maka tidak hanya kebugaran dan kesehatan yang didapat tetapi juga resiko kecelakaan dan gangguan kesehatan. Lingkungan kolam renang yang

tidak memenuhi standar dapat menimbulkan cedera terutama disebabkan *external violence*. Gangguan-gangguan yang dapat terjadi akibat hal tersebut antara lain: luka lecet, luka robek, dan fraktur.<sup>2</sup>

Kolam renang yang baik adalah kolam renang yang menjaga kualitas air, desain kolam renang yang baik dan aman, dan juga manajemen keselamatan yang sesuai standar. Air kolam renang harus memenuhi kriteria permenkes Indonesia no 416 baik dari parameter fisika, kimia, dan juga mikrobiologi. Parameter kimia diantaranya adalah sisa klor yang di perbolehkan yaitu 0,2 -0,5 mg/L dengan pH 6,5 – 8,5.<sup>3</sup>

Air kolam renang yang tidak memenuhi standar ini tentunya dapat berdampak kepada pengunjung kolam renang. Adanya kontak dengan zat-zat kimia maupun bakteri dalam air kolam renang dalam beberapa waktu akan menimbulkan keluhan, diantaranya demam, iritasi dan alergi pada kulit, dan pada mata dapat mengakibatkan konjungtivitis. Beberapa gejala konjungtivitis yang dirasakan perenang adalah mata terasa gatal, berair, panas dan mata memerah. Keluhan dapat menjadi semakin parah apabila terus menerus terkena paparan zat iritan.<sup>4</sup>

Konjungtivitis iritan merupakan konjungtivitis yang terjadi oleh pemajanan substansi iritan yang masuk ke sakus konjungtivalis. Substansi - substansi iritan yang masuk ke sakus konjungtivalis dan dapat menyebabkan konjungtivitis, seperti asam, alkali, asap dan angin, selain itu penyakit ini dapat juga disebabkan oleh pemberian obat topikal jangka panjang seperti dipivefrin, miotik, neomycin, dan obat-obat lain dengan bahan pengawet yang toksik atau menimbulkan iritasi.<sup>5</sup>

Konjungtiva selalu berhubungan dengan dunia luar, sehingga kemungkinan untuk terinfeksi sangat besar. Pertahanan konjungtiva terutama karena terdapat *tearfilm* yang berfungsi untuk melarutkan kotoran-kotoran dan bahan-bahan toksik kemudian mengalirkannya melalui saluran lakrimalis ke meatus nasi inferior. *Tearfilm* juga mengandung substansi anti mikroba yaitu

lisozim, antibodi IgA dan IgG. Konjungtivitis timbul apabila ada bahan-bahan kimia yang dapat menembus pertahanan tersebut sehingga menimbulkan iritasi dan infeksi konjungtiva.<sup>5</sup>

Diperlukan riwayat pajanan bahan kimia ataupun iritan lainnya pada pasien serta observasi pada gejala klinis untuk menegakkan diagnosis konjungtivitis iritan. Gejala yang paling penting untuk mendiagnosis penyakit ini adalah rasa gatal dan panas pada mata, yang mungkin saja disertai mata berair, kemerahan dan fotofobia. Penyebab keluhan ini karena edema konjungtiva, terbentuknya hipertrofi papiler dan folikel yang mengakibatkan perasaan seperti ada benda asing di mata.<sup>6</sup>

Komplikasi pada Iritasi mata akibat kimia yang paling sering adalah ulkus pada kornea dan infeksi sekunder. Ulkus kornea adalah adanya erosi terbuka yang terjadi di lapisan kornea. Infeksi sekunder adalah infeksi yang terjadi setelah penyakit primer yang dapat disebabkan oleh bakteri, jamur, virus dan parasit.<sup>7</sup>

Konjungtivitis iritan dapat diatasi dengan pembilasan segera sakus konjungtiva dengan air atau larutan garam setelah terpapar iritan, setiap materi padat harus disingkirkan secara mekanik, kompres dingin setiap 20 menit, atropine 1%, dan analgetik sistemik.<sup>8</sup>

Kualitas air kolam renang adalah sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain dalam air yang mencakup kualitas fisik, kimia dan biologis. Air yang digunakan untuk berenang harus memenuhi persyaratan Peraturan Menteri Kesehatan RI No: 416/MENKES/PER/IX/1990 agar tidak menimbulkan hal yang dapat mengganggu dan membahayakan kesehatan manusia.<sup>3</sup>

Sisa klor adalah kadar klor yang tersisa setelah proses desinfeksi. Tujuan klorinasi pada air adalah untuk mempertahankan sisa klorin bebas sebesar 0,2 mg/L di dalam air. Nilai tersebut merupakan *margin of safety* (nilai batas keamanan) pada air untuk membunuh patogen yang mengontaminasi air kolam. Sisa klor dipengaruhi oleh jumlah patogen yang mengontaminasi, pH, waktu kontak klor.<sup>9</sup>

**Tabel 1.** Peraturan Menteri Kesehatan RI No: 416/MENKES/PER/IX/1990 Tentang Persyaratan Air Kolam Renang

Parameter	Satuan	Kadar yang sesuai		Keterangan
		Min	Maks	
<b>Fisika</b>				
Bau	-	-	-	Bebas dari bau yang mengganggu, bebas dari benda terapung.
Benda Terapung	-	-	-	
Kejernihan	-	-	-	
<b>Kimia</b>				
Alumunium	mg/L	-	0,2	
Kesadahan	mg/L	50	500	
Oksigen tereabsorpsi	mg/L	-	1,0	
pH	mg/L	6,5	8,5	
sisa Chlor	mg/L	0,2	0,5	
Tembaga		-	1,5	
<b>Mikrobiologi</b>				
Koliform total	/100 ml	-	0	
Jumlah kuman	/100 ml	-	200	

Waktu kontak klor atau waktu klorinasi merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses reaksi, adsorpsi dan desinfeksi. Waktu kontak 10 – 15 menit memungkinkan proses difusi air dengan sisa klor dan pH dalam penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik, memungkinkan reaksi kimia dan klor akan sangat reaktif jika kontak dengan manusia. Konsentrasi zat - zat organik akan turun setelah desinfeksi apabila waktu kontaknya cukup dan waktu kontak berkisar 15 menit, diperkirakan akan lebih berisiko jika lebih dari 15 menit. Semakin sering frekuensi kontak serta semakin lama durasi setiap kali kontak dengan potensi bahaya penyakit menyebabkan peluang terjadinya iritasi mata semakin besar.<sup>10</sup>

### Metode

Penelitian ini adalah penelitian survei analitik dengan pendekatan *cross sectional* dengan data berupa kadar klorin, waktu kontak klorin dan keluhan iritasi mata yang terjadi pada responden. Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2017 hingga Januari 2018 di kolam renang Universitas Lampung. Populasi dalam penelitian ini adalah pengunjung kolam renang Universitas Lampung pada bulan Desember 2017 hingga Januari 2018. Sampel penelitian menggunakan rumus Lemeshow dengan proporsi 51,6% dan didapatkan hasil sampel sebanyak 96 responden. Teknik

pengambilan sampel menggunakan *consecutive sampling*.

Kriteria inklusi penelitian adalah pengunjung kolam renang Universitas Lampung yang berusia 15 – 35 tahun dan bersedia mengikuti penelitian. Kriteria eksklusi penelitian terdiri dari pengunjung kolam renang yang sebelum berenang telah mengalami iritasi mata, pengunjung dengan gangguan *tearfilm*, dan pengunjung yang menggunakan kacamata renang. Variabel independen yang dinilai adalah keluhan iritasi mata pada pengunjung (ada keluhan bila skor ya >1, tidak ada keluhan bila skor ya 0 hingga 1). Variabel dependen yaitu kadar klorin air kolam renang (memenuhi standar bila kadar 0,2 – 0,5 mg/L, tidak memenuhi standar bila >0,5 mg/L) dan waktu kontak (>15 menit dan <15 menit). Data kemudian dianalisis menggunakan uji univariat untuk melihat distribusi frekuensi tiap variabel dan uji bivariat menggunakan uji *chi-square* untuk melihat hubungan antara variabel.

### Hasil

Dilakukan pengambilan sampel air kolam renang selama 9 hari pengambilan dan kemudian diukur kadar klorinnya. Hasil pengukuran klorin disajikan pada tabel 2.

Didapatkan sebagian besar hasil pengukuran (66,7%) menunjukkan kadar yang sesuai standar yaitu sebanyak 6 hari pengukuran. Sebanyak 3 hari pengukuran

(33,3%) menunjukkan kadar klorin yang melebihi standar. Setelah dilakukan pengukuran klorin dilakukan pengisian kuisisioner oleh pengunjung.

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran Kadar Klorin Kolam Renang

Waktu Pengukuran	Kadar Klorin (mg/L)
21 Desember 2017	0.3
22 Desember 2017*	1.0
23 Desember 2017	0.5
3 Januari 2018	0.3
4 Januari 2018*	1.0
5 Januari 2018	0.5
6 Januari 2018*	1.0
7 Januari 2018	0.3
8 Januari 2018	0.5

\*hasil pengukuran melebihi standar

Sebanyak 54 orang dengan presentase 56,3% berenang ketika kadar klorin sesuai standar. Sebanyak 42 orang dengan presentase 43,7% berenang dengan kadar klorin melebihi standar. Kemudian ditanyakan keluhan mata yang dirasakan pengunjung setelah berenang.

Berdasarkan penelitian, didapatkan sebanyak 60 orang (62,5%) dari sampel merasakan keluhan iritasi mata setelah berenang. 36 orang (37,5%) dari sampel tidak merasakan keluhan iritasi mata setelah berenang. Keluhan iritasi mata yang dirasakan berbeda-beda, diantaranya mata terasa perih, mata merah, terasa gatal, mata berair, dan sensasi adanya benda asing.

Sebagian besar dari pengunjung melakukan kontak dengan air kolam renang selama lebih dari 15 menit. Didapatkan 69 orang dengan presentase 71,9% berenang lebih dari 15 menit. Hanya 27 pengunjung dengan presentase 28,1% berenang kurang dari 15 menit. Secara keseluruhan, hasil uji univariat disajikan dalam Tabel 2.

**Tabel 3.** Distribusi Frekuensi Variabel Penelitian

Variabel	Frekuensi (N)	Persentase (%)
<b>Kadar klorin</b>		
Memenuhi standar	6	67
Tidak memenuhi standar	3	33
<b>Pengunjung saat kadar klorin</b>		
Memenuhi standar	54	56
Tidak memenuhi standar	42	44
<b>Keluhan Mata</b>		
Ya	60	62
Tidak	36	38
<b>Waktu Kontak</b>		
>15 menit	69	72
<15 menit	27	28

Analisis bivariat dilakukan untuk menentukan *p-value* (*p*) dan dibandingkan dengan nilai alpha ( $\alpha=0,05$ ). Nilai *p-value* kurang dari nilai alpha berarti memiliki hubungan bermakna antara hubungan variabel dependen dan independen. Hasil uji bivariat disajikan dalam tabel 4 dan tabel 5.

**Tabel 4.** Hubungan keluhan mata pengunjung dengan kadar klorin kolam renang

Sisa Klor	Keluhan iritasi mata				Total	<i>p-value</i>	OR
	Tidak ada keluhan	%	Ada keluhan	%			
Memenuhi standar	28	29.2%	26	27.1%	54		
Tidak memenuhi standar	8	8.3%	34	35.4%	42	.002	4.577
<b>Total</b>	36	37.5%	60	62.5%	96		

**Tabel 5.** Hubungan keluhan mata pengunjung dengan lama pajanan klorin kolam renang

Lama pajanan	Keluhan iritasi mata	Total	<i>p-value</i>	OR
--------------	----------------------	-------	----------------	----

	Tidak ada keluhan	%	Ada keluhan	%		
<15 menit	15	15.6%	12	12.5%	27	
>15 menit	21	21.9%	48	50%	69	.040 2.857
<b>Total</b>	36	37.5%	60	62.5%	96	

Berdasarkan tabel 4 pengunjung yang berenang pada air kolam renang dengan kadar klorin memenuhi standar sebanyak 28 pengunjung (29,2%) tidak memiliki keluhan iritasi mata, sedangkan 26 pengunjung (27,1%) mengalami keluhan iritasi mata. Pengunjung kolam renang dengan kadar klorin tidak memenuhi standar sebanyak 8 pengunjung (8,3%) tidak memiliki keluhan iritasi mata, sedangkan sebanyak 34 pengunjung (35,4%) memiliki keluhan iritasi mata.

Dilakukan analisis statistik bivariat antara kadar klorin dengan keluhan iritasi mata didapatkan hasil analisis berupa hasil *p-value* 0.002 yaitu <0.05 yang artinya menolak  $H_0$ . Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kadar klorin dengan keluhan iritasi mata pengunjung. Hasil tersebut di perkuat dengan *odds ratio* lebih dari 1 yaitu sebesar 4,577. Nilai *odds ratio* lebih dari 1 memiliki arti bahwa kadar klorin air kolam renang yang tinggi merupakan faktor resiko terjadinya iritasi mata. Nilai *odds ratio* yang didapatkan menunjukkan bahwa pengunjung dengan paparan klorin melebihi standar beresiko 4,577 kali lebih besar mengalami iritasi mata dari pada pengunjung dengan paparan klorin sesuai standar.

Pada tabel 5 didapatkan hasil pengunjung yang berenang selama kurang dari 15 menit sebanyak 15 pengunjung (15,6%) tidak memiliki keluhan iritasi mata, sedangkan 12 pengunjung (12,5%) mengalami keluhan iritasi mata. Pengunjung yang berenang selama lebih dari 15 menit didapatkan sebanyak 21 pengunjung (21,9%) tidak memiliki keluhan iritasi mata, sedangkan sebanyak 48 pengunjung (50%) memiliki keluhan iritasi mata.

Pengaruh dari waktu kontak klorin terhadap keluhan iritasi mata kemudian dilihat dengan analisis statistik bivariat. Pada hasil analisis didapatkan hasil *p-value* 0.040 yaitu <0.05 yang artinya menolak  $H_0$ . Hal ini

menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara keluhan iritasi mata pengunjung dengan lamanya pengunjung melakukan kontak dengan klorin. Hasil tersebut di perkuat dengan *odds ratio* lebih dari 1 yaitu sebesar 2.857 yang artinya berenang lebih dari 15 menit menjadi faktor resiko terjadinya iritasi mata pada pengunjung. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pengunjung dengan paparan klorin lebih dari 15 menit beresiko 2.857 kali lebih besar mengalami iritasi mata dari pada pengunjung dengan paparan klorin kurang dari 15 menit.

### Pembahasan

Klorin pada air kolam renang merupakan zat kimia yang dapat menimbulkan konjungtivitis dengan jumlah paparan tertentu. Semakin pekat kadar zat kimia maka semakin tinggi resiko timbulnya keluhan iritasi mata pada pengunjung. Klorin banyak digunakan untuk proses desinfeksi pada air yang bertujuan membunuh dan mengurangi bakteri dalam air. Ketika klorin larut dalam air akan membentuk senyawa asam hipoklorit (HOCl) yang sangat reaktif terhadap berbagai komponen bakteri. Pengaruh senyawa klorin akan mempengaruhi perbedaan yang sangat besar antara lingkungan intraselular dan ekstraselular, yang mengganggu tekanan osmotik dan mengakibatkan lisis sel bakteri.<sup>11</sup>

Mata merupakan organ yang sensitif terhadap paparan dari lingkungan luar seperti asam yang dihasilkan oleh klorin. Asam hipoklorit mampu melakukan degradasi oksidatif terhadap sitokrom, protein besi-sulfur dan nukleotida yang berpotensi menyebabkan kerusakan membran sel. Membran sel mata yang terganggu akibat proses tersebut akan menimbulkan keluhan mata seperti mata merah, gatal, perih dan pandangan kabur oleh reaksi akut.<sup>4,10</sup>

Pada penelitian Permana dan Suryani yang meneliti keluhan iritasi pada kulit dan

mata didapatkan hasil yang serupa yaitu pengunjung beresiko 1,83 kali lebih besar mengalami iritasi bila kontak dengan klorin yang tidak memenuhi standar. Penelitian ini kemudian diperkuat oleh Burhanudin yang mendapatkan bahwa kadar klorin dan juga tingkat keasaman air yang tidak sesuai beresiko untuk menimbulkan iritasi mata.<sup>13,14</sup>

Klorin memerlukan waktu untuk menimbulkan reaksi dalam proses desinfektan. Semakin lama mata kontak dengan klorin maka semakin besar resiko untuk terjadinya keluhan mata. Waktu yang aman dalam kontak adalah 10 sampai 15 menit, bila melebihi 15 menit klor akan menjadi lebih reaktif dan menimbulkan keluhan pada mata.<sup>15</sup>

Pada penelitian Ishoka dan kawan-kawan yang meneliti efek pemberian klorin air kolam renang dengan kadar 0,5 mg/L selama 15 menit memperlihatkan kerusakan epitel pada kornea yang dilihat secara mikroskopis. Penelitian ini turut didukung oleh Ariani dan Razif yang mendapatkan bahwa klorin akan mencapai titik kesetimbangan setelah kontak selama 10 menit dan kurva menunjukkan apabila lebih dari waktu tersebut klorin akan menjadi lebih reaktif.<sup>16,17</sup>

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam melihat hal hal yang berkaitan dengan klorin. Kadar klorin dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti proses penaburan klorin, banyaknya bakteri yang harus didesinfeksi, panjangnya waktu klorinasi, dan perbedaan cuaca. Untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut dengan memperhatikan faktor tersebut.

### Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa Pengunjung dengan paparan klorin yang tidak memenuhi standar beresiko 4,577 kali lebih besar terkena iritasi mata dibanding pengunjung dengan paparan klorin sesuai standar. Pengunjung dengan paparan klorin lebih dari 15 menit beresiko 2,857 kali lebih besar mengalami iritasi mata dibanding pengunjung dengan paparan klorin kurang dari 15 menit.

Saran yang diberikan pada masyarakat adalah agar lebih memperhatikan faktor keselamatan saat berenang seperti menggunakan kacamata berenang dan beristirahat apabila sudah mengalami keluhan

mata ataupun organ lainnya. Peneliti yang ingin melakukan penelitian serupa disarankan mengembangkan penelitian dengan melakukan penelitian di beberapa kolam renang, menilai waktu pertama kali keluhan mata dapat muncul serta memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi kadar klorin.

### Daftar Pustaka

1. Maharani, Suharno, dan Kusuma M. Pengaruh renang intensitas rendah (low intensity swimming) terhadap kapasitas vital paru. *Mandala Healt*. 2014; 7( 3): 3–7.
2. Nurhayati S. Pengetahuan cedera olahraga pada mahasiswa Fakultas Ilmu Keolahragaan Unimed. *Pedagog Keolahragaan*. 2016; 2(1):31–42.
3. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. 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; 2017.
4. Alison O. Effect Of Pool Water On Swimmers: Effect Of Pool Water On Swimmers Eyes, Ears And Hair. 2000; 92109(619):124–128.
5. Vaughan A. Oftalmologi umum. Edisi ke-17. Jakarta: Penerbit Buku Egc; 2010.
6. Sidarta I. Ilmu penyakit mata. Edisi ke-3. Jakarta: Balai Penerbit FKUI; 2010.
7. Cronau H, Kankanala RR, dan Mauger T. Diagnosis and management of red eye in primary care. *Am. Fam. Physician*. 2010; 81(2):137–145.
8. Azari AA dan Barney P. Conjunctivitis: a systematic review of diagnosis and treatment. *Jama*. 2013; 310(16):1721.
9. World Health Organization. Guidelines for safe recreational environments, swimming pools and similar environments; 2006.
10. Eichelsdorfer. Irritant effect (conjunctivitis) of chlorine and chloramines in swimming pool water. *J. Ger. Res. Foudation*. 2005; 45(2):17–28.
11. Burhan R. Pengaruh breakpoint chlorination (Bpc) terhadap jumlah bakteri koliform dari limbah cair rumah sakit umum daerah sidoarjo. *Biologimedik*. 2010; 7(2):1–11.

12. World Health Organization. Measuring chlorine levels in water supplies. *Tech. Notes Drink. Sanit. Hyg. Emergencies*, 2013; 1–4.
13. Permana T dan Suryani D. Hubungan sisa klor dengan keluhan iritasi kulit dan mata pada pemakai kolam renang hotel di wilayah Kota Yogyakarta. *J Kesmas*. 2008; 5(2):1-6.
14. Burhanudin I. Analisis klorin terhadap keluhan iritasi mata pada pengguna kolam renang pemerintah di Jakarta Selatan tahun 2015 [Skripsi]. Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta; 2015.
15. Angione S, Mcclenaghan H, dan Laplante A. A review of chlorine in indoor swimming pools and its increased risk of adverse health effects. *Environ. Med*. 2010; 2(1):41–7.
16. Ishioka M, Kato N, Kobayashi A, Dogru M, dan Tsubota K. Deleterious effect of swimming pool chlorine on the corneal epithelium. *Cornea*. 2008; 27(1):40–3.
17. Ariani D And Razif M. Penentuan waktu kontak dan dosis optimum klor akibat pengaruh ph, bakteri coliform dan kekeruhan pada proses desinfeksi. *Purifikasi*. 2000; 1(5): 289–300.