

**PERBEDAAN JUMLAH EOSINOFIL PENGGUNA AIR SUNGAI MARTAPURA
DENGAN PENGGUNA AIR PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM
BANDARMASIH**

Ummi Nihayah¹, Huldani², Rahmiati³

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat

²Departemen Biomedik, Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat

³Departemen Mikrobiologi dan Parasitologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat

Email Korespondensi: Umminihayah@yahoo.com

***Abstract:** Contaminated river water is very possible to contains many microorganism, by consuming the contaminated water may activates body immunity, especially eosinophils. Banjarmasin people also receive the clean water from local water supply utility(PDAM) so the risk of infection is smaller than river water user. The aims of this study was determine the differences of eosinophils count between Martapura river water consuments and Bandarmasih Local Water Supply Utility Consument in Banjarmasin. This study is an analytic observational with a cross sectional approach. Sample selection used purposive sampling technique. The results showed the average eosinophils count in 30 samples of river water consuments were 3.2%, and 30 samples of PDAM water consuments were 4.39%. Data analysis used independent T test and the result showed that there were not significant difference of eosinophil count between Martapura river water Consuments with the Bandarmasih PDAM water Consuments in Banjarmasin on August 2018.*

***Keyword:** river water, pdam water, immunity, eosinophils.*

Abstrak: Air sungai yang tercemar sangat mungkin mengandung mikroorganisme patogen, sehingga mengkonsumsinya dapat mengaktifasi imunitas tubuh, salah satunya eosinofil. Masyarakat Banjarmasin juga mendapat air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) sehingga resiko infeksi lebih kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan jumlah eosinofil pengguna air sungai dengan pengguna air perusahaan daerah air minum di Kota Banjarmasin. Penelitian ini bersifat observasional analitik dengan pendekatan cross sectional. Pemilihan sampel menggunakan tehnik purposive sampling. Hasil penelitian menunjukkan rerata jumlah eosinofil pada 30 sampel pengguna air sungai adalah 3,2% dan 30 sampel pengguna air PDAM adalah 4,39%.. Hasil analisis data dengan menggunakan uji t tes tidak berpasangan menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan jumlah eosinofil masyarakat pengguna air sungai Martapura dengan masyarakat pengguna air PDAM di kota Banjarmasin pada Agustus 2018. (p= 0,623)

Kata-kata kunci: air sungai, air PDAM, imunitas, eosinofil.

PENDAHULUAN

Banjarmasin memiliki ketinggian tanah asli berada pada 0,16 meter di atas permukaan air laut dan hampir seluruh wilayahnya digenangi air pada saat pasang. Keadaan ini dimanfaatkan untuk berbagai keperluan masyarakat seperti mencuci, memasak, mandi dan lainnya, serta menjadikan sungai sebagai pembuangan sampah rumah tangga. Kebutuhan masyarakat terhadap air selalu meningkat seiring dengan tingkat pertumbuhan penduduk, sehingga pemakaian terhadap air sungai sangat besar. Selain sungai, sumber air masyarakat didapatkan dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). PDAM sebagai penyedia layanan air bersih di kota Banjarmasin terus berusaha memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap air bersih.¹

Rahman menyebutkan dalam penelitiannya sekitar 34% masyarakat di sekitar sungai kota Banjarmasin membuang tinja langsung ke sungai dan 64% menggunakan septik tang tradisional (cubluk) yang tidak memenuhi persyaratan sanitasi yang baik sehingga menyebabkan lingkungan sekitar tepi sungai menjadi tercemar. Air yang tercemar sangat memungkinkan banyak ditemukan bakteri, virus, dan parasit. Bakteri yang sering ditemukan pada air tercemar adalah jenis bakteri *Shigella*, *Salmonella*, *Vibrio cholerae*, *Eschericia coli*, *Yersinia*, *Campylobacter*, *Leptospira*, *Legionella pneumophila*, *Bacteroides fragilis*. Sedangkan jenis virus yang terdapat pada air tercemar adalah jenis virus penyebab hepatitis, viral gastroenteritis, *Rotavirus*, *Norovirus*. Sedangkan jenis parasit yang terdapat pada air tercemar dilihat dari tipe parasit protozoa adalah *Giardia lamblia*,

Cryptosporidium, *Entamoeba histolitytica*, *Naegleria*. Sedangkan tipe cacing parasit (*helminth parasites*) seperti *Taenia Sp*, *Ascaris lumbricoides*, *Toxocara canis*, *Trichuris trichiura*.^{2,4}

Penelitian Rahman juga menyatakan tentang peningkatan beban pencemar pada perairan sungai di kota Banjarmasin yang telah melampaui nilai daya tampung beban pencemaran. Banyaknya jumlah patogen yang terkandung dalam air tercemar dapat memicu kejadian seperti alergi dan infeksi terutama yang disebabkan oleh jenis parasit, virus dan bakteri, sehingga memungkinkan dapat memicu terjadinya peningkatan leukosit pada tubuh orang yang terinfeksi. Leukosit dibedakan menjadi 5 tipe leukosit yaitu netrofil, limfosit, monosit, eosinofil, dan basofil. Salah satu pertanda seseorang terjadi alergi ataupun infeksi yang disebabkan oleh parasit yaitu ditandai dengan peningkatan jumlah eosinofil dari seseorang tersebut.^{3,4,5} Eosinofil memerankan peran penting dalam kasus alergi dan infeksi utamanya infeksi parasit. Eosinofil normalnya mencakup sekitar 2% dari seluruh leukosit darah. Eosinofil merupakan sel fagosit yang lemah, namun eosinofil sering diproduksi dalam jumlah banyak pada pasien infeksi parasit. Eosinofil juga mempunyai kecenderungan khusus untuk berkumpul di jaringan tempat berlangsungnya reaksi alergi, seperti di jaringan peribronkial paru pasien asma dan di kulit setelah mengalami reaksi kulit alergi.³

Dari survei pendahuluan yang dilakukan di kelurahan Berangas Barat Jalan Raya 17, RT. 02 kabupaten Batola, akses air PDAM belum sampai pada daerah tersebut sehingga masyarakatnya masih menggunakan air sungai untuk keperluan sehari-hari. Penelitian

sebelumnya Henry dkk meneliti tentang kejadian cacingan pada murid SDN Kuin Selatan 5 Banjarmasin dengan lokasi sekolah dekat dengan sungai, hasil penelitian tersebut didapatkan murid yang terinfeksi cacing, contohnya *Hymenolepis nana*. Infeksi *Hymenolepis nana* terjadi diawali dengan tertelannya telur *Hymenolepis nana* yang ada di kotoran manusia atau tikus yang dibawa oleh serangga (kumbang/ kutu) sebagai *host* perantara yang mengontaminasi makanan atau air minum. Hal sama kemungkinan dapat terjadi pada masyarakat di Jalan Raya 17, RT. 02, Kelurahan Berangas Barat, Kabupaten Batola jika dilihat dari kebiasaan masyarakat tersebut masih menggunakan air sungai untuk keperluan sehari-hari dan menjadikan sungai sebagai tempat pembuangan limbah rumah tangga termasuk kotoran makhluk hidup manusia atau hewan. Sehingga pada saat seseorang mengalami infeksi, terutama disebabkan karena cacing sehingga eosinofil dapat meningkat dalam tubuh.^{6,7,8}

Kejadian cacingan pada masyarakat pengguna air PDAM Bandarmasih untuk keperluan sehari-hari di Banjarmasin khususnya di daerah Jln. Maluku No. 07, RT. 05, RW 01 Pasar Lama belum ada data yang lengkap, akan tetapi penelitian Greogorius menyebutkan terdapat pengaruh pencucian sayuran dengan menggunakan air PDAM berpengaruh terhadap kontaminasi telur cacing pada sayuran tersebut mengingat sumber air PDAM Bandarmasih berasal dari air sungai. Namun jika dilihat dari higienitas masyarakat pengguna PDAM dalam kehidupan sehari-hari dan pengolahan air PDAM melalui beberapa proses penjernihan yang kompleks sebagai air leding yang dialirkan ke masyarakat memungkinkan kualitas air PDAM jauh

lebih baik dari air sungai sehingga resiko infeksi lebih rendah dari pengguna air sungai baik infeksi cacing atau jenis organisme lainnya. Hal ini memungkinkan terdapat perbedaan jumlah eosinofil pada pengguna air PDAM Bandarmasih dan pengguna air sungai.⁹

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk membedakan jumlah eosinofil masyarakat pemakai air sungai Martapura di Jalan Raya 17, RT. 02, Kelurahan Berangas Barat, Kabupaten Batola dan masyarakat pengguna air PDAM Bandarmasih di Jalan Maluku RT. 05, RW. 01, Pasar Lama, Banjarmasin.

Tujuan khusus pada penelitian ini adalah: mengetahui rerata jumlah eosinofil pada masyarakat pemakai air sungai di Jalan Raya 17, RT. 02, Kelurahan Berangas Barat, Kabupaten Batola; mengetahui rerata jumlah eosinofil pada masyarakat pemakai air PDAM Bandarmasih daerah Jln. Maluku No. 07, RT. 05, RW. 01 Pasar Lama kota Banjarmasin; serta menganalisis perbedaan jumlah eosinofil pada masyarakat pemakai PDAM Bandarmasih dengan pemakai air sungai antara keduanya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat *observational analitik*, dengan pendekatan *cross sectional* terhadap masyarakat pengguna air sungai kelurahan Berangas Barat Jalan Raya 17, RT.02 kabupaten Batola dengan jumlah populasi 155 orang dan pengguna air PDAM Bandarmasih di Jl. Maluku No. 07 RT. 05, RW. 01 Pasar Lama kota Banjarmasin dengan jumlah populasi 176 untuk keperluan sehari-hari.

Pemilihan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling*, yaitu sampel diambil dalam penelitian ini adalah sampel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kemudian, sampel akan dipilih secara *consecutive sampling*, dan didapatkan 30 sampel untuk masing-masing wilayah penelitian.

Kriteria inklusi untuk sampel adalah: pengguna air sungai di kelurahan Berangas Barat Jalan Raya 17, RT 02 kabupaten Batola dengan persentasi penggunaan air sungai minimal 75% untuk keperluan sehari-hari, seperti meminum, mencuci alat makan, mencuci baju, mandi, dan menggosok gigi; pengguna air PDAM di Jalan Maluku RT. 05 Kelurahan Pasar Lama di Kota Banjarmasin, seperti meminum, mencuci alat makan, mencuci baju, mandi, dan menggosok gigi; usia berkisar usia 18- 60 tahun; riwayat pendidikan maksimal Sekolah Menengah Atas (SMA); serta sehat jasmani, dan tidak dalam keadaan sakit. Kriteria eksklusi untuk sampel adalah: masyarakat pengguna air sungai dan PDAM yang sedang mengalami infeksi kronis, penyakit kronis, inflamasi, keganasan, alergi kronis, gangguan hematologi, dan penyakit imun (diketahui saat pengisian data diri responden); serta sedang mengkonsumsi obat-obatan immunosupresan, antibiotik, antivirus, anti konvulsan, steroid dan obat golongan L- triptofan (diketahui saat pengisian data diri responden sebelum dilakukan pengambilan darah).

Responden kemudian diambil darah tepi untuk dilakukan pemeriksaan laboratorium dan dihitung jumlah eosinofil. Kemudian data yang telah didapatkan dari dua kelompok berbeda dianalisa secara statistik dengan komputerisasi program SPSS. Data tersebut diuji normalitas dengan

menggunakan uji *Saphiro- Wilk* dan hasil uji tidak terdistribusi normal, kemudian dilakukan transformasi data terlebih dahulu, selanjutnya dilakukan uji T test.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini didapatkan hasil rerata eosinofil pengguna air PDAM adalah 4,39% dan rerata eosinofil pengguna air sungai 3,21%. Terdapat perbedaan rerata jumlah eosinofil pada kedua kelompok tersebut, namun hasil pengujian statistik dengan menggunakan uji t tidak berpasangan, kedua kelompok ini tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna ($p= 0,623$).

Masyarakat pengguna air PDAM menggunakan air PDAM untuk kebutuhan sehari-hari, sedangkan untuk air minum, masyarakat menggunakan air PDAM yang telah didiamkan, hal ini bertujuan agar kotoran dari air PDAM mengendap di dasar air sehingga air menjadi bersih dan dilakukan pemanasan dengan cara dimasak sebelum dikonsumsi, namun ada juga masyarakat yang langsung mengkonsumsi tanpa dilakukan pemanasan terlebih dahulu. Pada air PDAM terdapat zat-zat desinfektan untuk membersihkan air dari mikroorganisme. Klor merupakan desinfektan yang banyak terkandung pada beberapa senyawa seperti kaporit, Natrium klorida dan lain lain.^{10,11}

Kadar Klor yang dianjurkan menurut PERMENKES No.492/Menkes/PER/IV/2010 yaitu 0,2 – 0,5 mg/L, jika kurang dari 0,2 mg/L, maka kemungkinan bakteri dalam air masih tersisa, namun jika lebih dari 0,5 mg/L akan memberikan efek toksik pada tubuh. Pada saat dilakukan pemeriksaan kualitas air pada tiap perumahan dengan menggunakan metode Most Probable Number atau MPN oleh PDAM

Banjarmasin menunjukkan nilai MPN= 0, sedangkan kadar Klor lebih dari 0,5 mg/L. Hal ini dapat terjadi karena dari pusat PDAM banjarmasin memberikan kadar Klor cukup tinggi agar air yang terdistribusi ke masyarakat memiliki kualitas air bebas kuman, karena menurut Elma Sofia, dkk menjelaskan bahwa semakin panjang pipa air menuju rumah pengguna air PDAM, kadar Klor yang diberikan dari pusat PDAM akan menghilang sedikit demi sedikit karena adanya 2 mekanisme yaitu *bulk reaction* yang menyebabkan Klor akan bereaksi dengan komponen air seperti mikroorganisme dan *pipe wall reaction* yang menyebabkan Klor bereaksi dengan dinding pipa yang mengalami korosi akibat usia pipa yang sudah tua sehingga pemberian Klor dari pusat harus tinggi, akibatnya kadar Klor air PDAM yang sampai di masyarakat masih cukup tinggi.¹¹ Mengonsumsi air dengan kadar Klor yang tinggi dapat menginduksi imunitas tubuh, hal ini sesuai dengan penelitian Seen Hao King, *et al* menjelaskan bahwa penggunaan Klorin dengan dosis kecil secara terus menerus dapat menginduksi inflamasi alergi.¹² Penelitian yang sama dilakukan oleh Isabella Santos de Genaro, *et al* menyebutkan bahwa terjadi infiltrate eosinofil di peribronkial pada saat terjadi paparan Klorin.¹³

Mekanisme Klor dapat menginduksi pelepasan eosinofil adalah dengan cara menggenerasikan *Reactive Oxygen Species* (ROS) sehingga menimbulkan stress oksidatif pada epitel saluran pernafasan, akibatnya epitel saluran pernafasan menjadi rusak dan terjadi peningkatan permeabilitas. Peningkatan permeabilitas epitel dapat meningkatkan resiko invasi dari mikroorganisme atau zat kimia yang berasal dari luar. Klor

dapat meningkatkan kadar IL-1beta, dan IL-33 yang merupakan sitokin dari makrofag yang sudah teraktivasi, makrofag kemudian mempresentasikan ke nodus limfe tepatnya pada sel T, *naïve T cell* akan menjadi *T helper* dengan ditandai oleh adanya TSLP, kemudian T helper akan berdiferensiasi menjadi *T helper* 1, dan 2. Pada hal ini, T helper 2 lebih berpengaruh dimana T helper 2 yang sudah teraktivasi akan melepaskan sitokin-sitokin IL-4, IL-5, IL-13. IL-4, dan IL-5 berpengaruh penting terhadap pelepasan dan pembentukan eosinofil dari sumsum tulang. Tingginya kadar sitokin-sitokin tersebut akan meningkatkan konsentrasi eosinofil di pembuluh darah, kemudian eosinofil akan bermigrasi ke jaringan yang mengalami inflamasi dengan bantuan IL-5.^{12,14}

Pada pengguna air sungai, masyarakat memanfaatkan air sungai untuk kebutuhan sehari-hari. Untuk mencuci bahan makanan seperti sayur dan beras, masyarakat menggunakan air sungai yang dijernihkan terlebih dahulu dengan cara mendinginkan air tersebut dalam wadah dan diberikan tawas untuk proses koagulasi dan menggunakan air sungai untuk mencuci peralatan makan dengan sabun pencuci yang didalamnya terkandung zat antimikroorganisme.¹⁵ Masyarakat setempat juga menggunakan air sungai terkoagulasi yang sudah dimasak untuk diminum, sehingga air minum masyarakat pengguna air sungai bebas dari mikroorganisme.¹⁶

Pada penelitian Tamzil Aziz, dkk tentang pengaruh tawas terhadap karakteristik fisik dan kimia pada air sungai yang menunjukkan hasil terdapat penurunan pada beberapa indikator fisik air seperti mikroorganisme sebagai padatan tersuspensi dan beberapa bahan

kimia yang terdapat pada air sungai setelah pemberian tawas.¹⁷

Pada saat melakukan penelitian ini, sampel penelitian hanya menggunakan 60 sampel yang terbagi 2 kelompok sehingga kemungkinan kurang dapat mewakili populasi. Perbandingan jumlah jenis kelamin pada 2 kelompok kurang

diperhatikan dimana jumlah sampel wanita lebih banyak pada pengguna air PDAM. Kondisi lingkungan pada kedua tempat penelitian tidak homogen karena lingkungan tidak dapat dikendalikan.

Tabel 1. Nilai Eosinofil Masyarakat Pengguna Air Sungai Martapura Di Jalan Raya 17, RT. 02 Kelurahan Berangas Barat Kabupaten Batola Dan Masyarakat Pengguna Air PDAM Bandarmasih Di Jalan Maluku RT. 05, RW. 01 Pasar Lama Banjarmasin Pada Agustus 2018.

No	Kategori	Kelompok			
		Pengguna Air Sungai		Pengguna Air PDAM	
		Jumlah	Persentase (%)	Jumlah	Persentase (%)
1.	Normal	14	2,8	9	3
2.	Eosinofilia	7	7	12	7,9
3.	Eosinopenia	9	1	9	1,2
4.	Total	30	3,21	30	4,39

Tabel 2. Karakteristik Responden Masyarakat Pengguna Air Sungai Martapura Di Jalan Raya 17, RT. 02 Kelurahan Berangas Barat Kabupaten Batola Dan Masyarakat Pengguna Air PDAM Bandarmasih Di Jalan Maluku RT. 05, RW. 01 Pasar Lama Banjarmasin Pada Agustus 2018.

No	Kategori	Kelompok			
		Pengguna Air Sungai		Pengguna Air PDAM	
		Jumlah	Persentase (%)	Jumlah	Persentase (%)
1.	JenisKelamin				
	Wanita	19	63,3	23	76,7
	Laki-laki	11	36,7	7	23,3
2.	Rentang Umur (tahun)				
	18-31	5	16,7	3	10
	32-46	13	43,3	18	60
	47-60	12	40	9	30
3.	Riwayat Obat- obatan				
	Antihipertensi	4		1	
	Antasida	3		3	
	Antipiretik	2		1	
	Pil KB	2		2	
	NSAID	2		3	
	CTM	1		1	
	Obat anemia	1		-	
	Anti kolesterol	-		4	
	Antihiperglikemi	-		2	
4.	RPS				
	Nyeri	2		2	
	Diabetes	-		2	
	Hiperkolesterol	-		1	
	Anemia	-		1	
	Hipertensi	4		2	

Pada penelitian ini, jumlah awanita lebih banyak pada kedua kelompok penelitian. Jumlah wanita pada kelompok pengguna air pdam (76,7%) lebih banyak dibandingkan dengan jumlah pengguna air sungai (63,3%). Persentase rerata eosinofil pengguna air pdam (4,39%) menunjukkan nilai lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rerata pengguna air sungai (3,21%) dengan nilai rujukan eosinofil normal 2%-4%. Pada tabel diatas menunjukkan rentang umur responden 32-46 tahun lebih mendominasi pada kedua kelompok, kemudian disusul oleh responden dengan rentang usia 47-60 tahun lebih banyak berada pada pengguna air sungai.

Data yang telah didapatkan dari dua kelompok berbeda tersebut dianalisa secara statistik dengan komputerisasi. Data diuji normalitas terlebih dahulu dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* dan didapatkan hasil data pada 2 kategori tidak terdistribusi normal ($p= 0,000$), kemudian dilakukan transformasi data dan didapatkan hasil data terdistribusi normal dengan nilai $p= 0,257$ untuk pengguna air sungai dan $p= 0,328$ untuk pengguna air PDAM. Data yang terdistribusi normal kemudian dilakukan uji t tidak berpasangan dan didapatkan hasil $p= 0,623$, artinya tidak terdapat perbedaan signifikan antara dua kelompok masyarakat pengguna air sungai Martapura dan masyarakat pengguna air PDAM Bandarmasih.

PENUTUP

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut: Rerata jumlah eosinofil pada masyarakat pemakai air sungai pada bulan Agustus 2018 menunjukkan nilai 3,2%, rerata jumlah eosinofil pada masyarakat pemakai air PDAM

Bandarmasih pada bulan Agustus 2018 menunjukkan nilai 4,39%, dan tidak terdapat perbedaan bermakna jumlah eosinofil antara masyarakat pemakai PDAM Bandarmasih dengan pemakai air sungai ($p= 0,623$).

Saran bagi peneliti selanjutnya agar menggunakan sampel lebih banyak dan menyamakan kondisi lingkungan dan menyamakan jumlah sampel jenis kelamin laki-laki dan perempuan pada kedua tempat penelitian, dan bagi institusi pelayanan kesehatan, agar dapat lebih mempromosikan kesehatan yang bertujuan untuk membangun kesadaran masyarakat akan pentingnya kebersihan air yang digunakan khususnya daerah yang beresiko tinggi seperti pada daerah bantaran sungai.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fitriati U, Novitasari, Noor MR. Studi kebutuhan air perkotaan Banjarmasin sebagai ibu kota provinsi Kalimantan Selatan. Prosiding semnas pembangunan berkelanjutan di lahan basah. Banjarbaru; 16-17 Oktober 2015; Banjarmasin: T. Sipil Universitas Lambung Mangkurat; 2015.
2. Said NI, Marsidi I. Mikroorganisme patogen dan parasit di dalam air limbah domestik serta alternatif teknologi pengolahan. JAI. 2005; 1(1): 65-81.
3. John E, Hall. Guyton and hall of medical physiology. Edisi 13. Philadelphia: ELSEVIER; 2016.
4. Rahman A, Alim MS, Utami UB. Inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar air di kota Banjarmasin. Enviro scientiase. 2011: 58-68.

5. Sherwood L. Human physiology from cells to system. Edisi 6. Canada: Nelson education; 2010.
6. Lawanto GE. Perbedaan pola perilaku higienitas antara masyarakat di komplek perumahan dan masyarakat di pinggiran sungai. Prosiding seminar nasional lahan basah. 2016; (1): 415-419.
7. Hanum F, Nurhayati. Identifikasi kontaminasi cacing usus pada makanan siap saji di kota Banda Aceh. SEL jurnal penelitian kesehatan. 2017; 4 (2): 66-73.
8. Rabidhamadi SH, Istiana, Muthmainah N. Hubungan pola asuhan ibu dengan kejadian cacingan pada murid SDN Kuin Selatan 5 Banjarmasin. Berkala kedokteran. 2017;13(1):81-90.
9. Putra PT, Adyatma S, Normelani E. Analisis perilaku masyarakat bantaran sungai martapura dalam aktivitas membuang sampah rumah tangga di kelurahan Basirih kecamatan Banjarmasin Barat. Jurnal pendidikan geografi. 2016; 3(6): 23-35.
10. Arifiani Nur F, Hadiwidodo Mochtar. Evaluasi desain instalasi pengolahan air pdam ibu kota kecamatan Prambanan kabupaten Klaten. FT UNDIP. 2007; 3(2): 78-85.
11. Sofia Elma, Ridwan Rony, Abdi Chairul. Evaluasi keberadaan sisa klor bebas di jaringan distribusi ipa sungai lulut pdam bandarmasih. Jukung jurnal teknik lingkungan. 2015; 1(1): 33-52.
12. Kim Sae-Hoon, Park Da-Eun, Lee Hyun-Seung, Kang Hye-Ryun, Cho Sang-Heon. Chronic low dose chlorine exposure aggravates allergi inflammation and airway hyperresponsiveness and activates inflammasome pathway. PLOS ONE. 2014; 9 (9): 1-9.
13. Genaro Isabella Santos, Almeida Francine Maria, Kunzler Deborah CH. Low dose of chlorine exposure exacerbates nasal and pulmonary allergic inflammation in mice. Scientific reports. 2018; 8 (1): 1-13.
14. Melo Christianne B, Weller Peter F. Mechanisms of Eosinophil Cytokine Release. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2005; 100 (1): 73-81.
15. Sapriyan, Juliani Ani, Nurmiyanto Awaluddin. Uji efektivitas jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dalam mempercepat laju disinfeksi bakteri *Escheria coli* pada proses *Solar Water Disinfection*. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan. 2014; 6(01): 14-25.
16. Herlambang arie. Teknologi penyediaan air minum untuk keadaan tanggap darurat. JAI. 2010; 6(1): 52-63.
17. Aziz Tamzil, Pratiwi DY, Rethiana L. Pengaruh penambahan Tawas $Al_2(SO_4)_3$ dan Kaporit $Ca(OCl)_2$ terhadap karakteristik fisik dan kimia air sungai Lambidaro. Jurusan tekhnik kimia. 2013; 19(03): 55-65.