

EFEKTIVITAS OZON DALAM MENURUNKAN KADAR TSS dan NILAI pH LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT dr. ADHYATMA, MPH SEMARANG

Rina Indah Dianawati, Nur Endah Wahyuningsih, Muhammad Nur

¹Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro, Semarang, 50275, Indonesia

²Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika
Universitas Diponegoro, Semarang, 50275, Indonesia

Email: rina.indah09@gmail.com

ABSTRACT

Waste is a by-product generated by the hospital. Alternative waste treatment technology is ozone technology. This study aims to determine the ability of ozone in reducing the levels of TSS and the pH value of waste water hospital. Ozone used in this study using dielectric barrier-discharged plasma technology, by the Plasma Laboratory of the Faculty of Mathematical Science Diponegoro University of Semarang. Samples used by hospital dr. Adhyatma, MPH Semarang. Research type is true experimental with posttest with control group design. The study used five time intervals, 0 as controls, 30, 60, 90 and 120 minutes as well as three ozone concentrations of 100, 200 and 300 mg / liter. The result of Kruskal-Wallis test for TSS with concentration obtained significance value p -value = 0.057 ($P \geq 0,05$) or no difference in TSS decrease. TSS p -value = 0.721 ($p \geq 0,05$) or no differences in TSS. The pH level of waste remains constant from the beginning before treatment and after treatment is 7. The most effective value for the reduction of TSS at a concentration of 100 mg / liter, because mean value for TSS 17,47 mg/liter.

Keywords : waste, ozon, TSS, pH

PENDAHULUAN

Rumah sakit sebagai sarana pelayanan kesehatan merupakan salah satu penyumbang limbah bagi suatu daerah. Sebagai sarana kesehatan dalam melaksanakan fungsinya ternyata menghasilkan produk sampingan berupa limbah, baik limbah padat, limbah cair dan gas. Juga berbagai jenis limbah medis maupun limbah non medis. Limbah rumah sakit seperti halnya limbah lain mengandung bahan-bahan organik dan anorganik, yang tingkat

kandungannya dapat ditentukan dengan uji kotor umumnya seperti BOD, COD, TSS, pH, mikrobiologi, dan lain-lain¹. Limbah cair rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemar yang sangat berbahaya karena mengandung senyawa organik yang cukup tinggi dan senyawa kimia serta mikroorganisme patogen yang bisa menimbulkan penyakit apabila tidak di olah dan dikelola secara benar.

Rumah Sakit dr. Adhyatma, MPH Semarang berdiri diatas luas tanah 37.360m², luas bangunan 31.096m²

yang terdiri dari gedung rawat jalan, gedung IGD, bangsal perawatan, kamar bedah, kamar bersalin, bagian penunjang, kantor, auditorium dan wisma.² Rumah sakit ini mempunyai jumlah tempat tidur 434. Perhitungan *Bed Occupation Rate* (BOR) rumah sakit sebanyak 422 atau 97,23%.

Jumlah pegawai rumah sakit ini delapan puluh sembilan orang) yang terdiri dari PNS 585 (lima ratus delapan puluh lima orang), Non PNS 583 (lima ratus delapan puluh tiga orang) dan harian lepas 21 (dua puluh satu) orang.

Jumlah kunjungan rata – rata tahun 2016 untuk rawat inap sebanyak 2.711 (dua ribu tujuh ratus sebelas) orang dan rawat jalan sebanyak 11.537 (sebelas ribu lima ratus tiga puluh tujuh ribu) per bulannya.²

Hasil laporan bagian instalasi sanitasi Rumah Sakit dr. Adhyatma, MPH Semarang dari bulan September 2016 sampai 2016 bulan Mei tahun 2017, diketahui bahwa dari bulan September 2016 sampai dengan Februari 2017, kadar TSS masih diatas NAB. Pada bulan Maret 2017 tidak ditemukan masalah, namun di bulan April kadar COD melonjak tinggi sebesar 171 mg/liter dan jauh diatas standar baku mutu yang telah ditetapkan menurut Peraturan Daerah no. 5 Tahun 2012 sebesar 80 mg/liter. Untuk pH dari Januari sampai April 2017 sudah memenuhi standar persyaratan baku mutu sebesar 6-9, demikian juga angka TDS masih dibawah standar baku mutu sebesar 2000 mg/liter.

Instalasi pengolahan limbah rumah sakit dr. Adhyatma, MPH Semarang menggunakan sistem sistem biofilter anaerob-aerob. Pertama limbah bak inlet dimana semua limbah yang berasal dari unit *laundry*, laboratorium, unit *pantry*,

limbah domestik (kamar mandi, air wudhu dll) masuk ke bak pengumpul pertama. Masuk ke bak selanjutnya yang disebut bak pengurai anaerob. Selanjutnya ke bak pengendapan, bak aerasi, saringan pasir dan saringan karbon dan bak indikator. Sebelum dialirkan ke badan air terlebih dahulu melalui tahap disinfeksi menggunakan khlorin. Instalasi pengolahan limbah yang sekarang baru dibangun tahun 2016. Untuk biaya perawatan Instalasi Pengolahan Limbah per tahun sebesar 5 (lima) juta rupiah.²

Teknologi pengolahan limbah yang ada di rumah sakit ini membutuhkan lahan yang luas, pemeliharaan yang intensif, energi yang besar pada bak aerasi untuk menggerakkan alat yang berfungsi sebagai penghasil oksigen, dana yang lumayan besar untuk pengadaan nutrien pada bakteri yang ada di *sludge* agar bakteri senantiasa bekerja secara optimal, waktu yang relatif lama pada proses *biodegradable* dan hasil sampingan berupa *sludge* yang merupakan limbah baru. Berbagai masalah dalam proses-proses pengolahan limbah yang sudah ada memicu berbagai alternatif pengolahan limbah dengan cara lain.

Perkembangan teknologi pada saat ini mengarah pada metode baru yang dinilai lebih efektif untuk mengolah limbah. Salah satu teknologi yang mengalami perkembangan sangat pesat adalah teknologi plasma. Teknologi plasma dapat menjadi salah satu alternatif pengolahan limbah cair rumah sakit. Teknologi plasma memanfaatkan elektron energi tinggi, ion dan spesies aktif yang terkandung dalam plasma untuk mengoksidasi senyawa organik, teknologi ini mampu menyisahkan senyawa organik dalam limbah cair tanpa menghasilkan

sludge. Prinsipnya proses produksi ozon dengan teknologi plasma dapat dilakukan dengan melewati gas oksigen (O_2) pada daerah yang dikenai tegangan tinggi. Molekul oksigen ini akan mengalami ionisasi, yaitu proses terlepasnya suatu atom atau molekul dari ikatannya, menjadi ion-ion oksigen (O^*). Molekul-molekul oksigen yang terionisasi ini biasa disebut dalam kondisi plasma. Jenis dari ion oksigen tersebut adalah O^* , O_2^* , O^- , O_2^- dan O_3^- . Kombinasi dari kesemuanya dapat menghasilkan ozon³.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan TSS dan nilai pH serta menganalisis kadar TSS dan nilai pH sebelum dan setelah perlakuan ozonasi pada limbah cair rumah sakit dr. Adhyatma, MPH Semarang.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian *true eksperimental* dengan desain postes dengan grup kontrol (*Posttest with control group design*). Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *random sampling*⁴.

Populasi dan sampel dalam penelitian ini adalah air limbah pada Rumah Sakit dr. Adhyatma, MPH Semarang. Sampel yang digunakan adalah air limbah yang sudah tertampung dalam bak pertama atau inlet diistilahkan sebagai bak pengumpul sebelum pengolahan primer, diharapkan limbah yang ada di bak inlet bisa mewakili limbah dari semua sumber.

Alat yang digunakan yaitu generator ozon, gelas ukur, regulator, cawan porselen, oven, kertas saring, penjepit, timbangan analitik, jam, kertas pH dan desikator. Sedang bahan berupa sampel air limbah

rumah sakit dr. Adhyatma, MPH Semarang.

Volume limbah cair untuk setiap perlakuan sebanyak 1500 ml, diozonasi dengan variasi konsentrasi ozon 100, 200 dan 300 mg/liter menit, dan variasi waktu 0 sebagai kontrol, 30, 60, 90 dan 120 menit. Kemudian hasil perlakuan dianalisis kadar TSS dan nilai pH-nya. Dibandingkan dengan yang tidak di proses dengan ozonasi. Dari hasil analisis kemudian dibuat grafik pengaruh konsentrasi ozon dan waktu ozonasi terhadap kadar TSS dan nilai pH.

Percobaan atau proses ozonasi sebagai berikut : gas yang keluar dari tabung lucutan yaitu gas ozon langsung ditampung dengan beaker glass yang berisi sampel limbah cair rumah sakit. Waktu proses dicatat dari saat dihidupkannya generator ozon sampai dengan dimatikannya alat tersebut.

Sampel yang pertama diambil tanggal 4 Mei 2017 digunakan untuk uji pendahuluan sebanyak 5 perlakuan yang dibatasi pada konsentrasi ozon 70 mg/liter dengan variasi interval waktu 0 sebagai kontrol, kemudian 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit.

Hasil dari uji pendahuluan dianggap belum bagus maka uji selanjutnya konsentrasi ozon dinaikkan menjadi 100, 200 dan 300 mg/liter dimana setiap sekali pengambilan dilakukan 5 kali perlakuan yaitu dengan interval waktu 0 sebagai kontrol selanjutnya selama 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit dengan konsentrasi bertingkat 100, 200 dan 300 mg/liter.

Setelah pengambilan sampel pada uji pendahuluan selanjutnya diambil sampel untuk penelitian sesungguhnya yaitu sampel pertama diambil pada tanggal 29 Mei 2017,

sampel kedua diambil pada 31 Mei 2017 dan sampel ketiga diambil pada tanggal 2 Juni 2017.

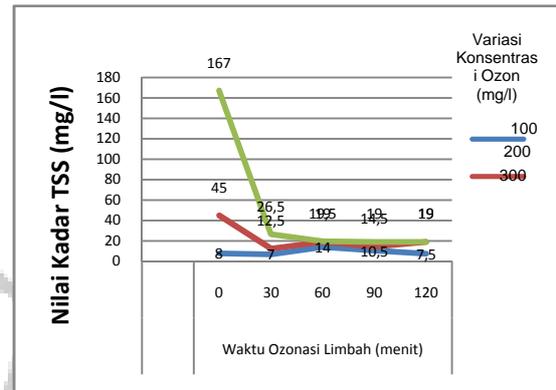
Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi ozon dan waktu atau lamanya paparan ozon. Variabel terikat yaitu penurunan kadar TSS, dan pH limbah cair rumah sakit dr. Adhyatma, MPH Semarang. Sedangkan variabel pengganggu yaitu laju alir oksigen atau udara.

Pengukuran konsentrasi ozon dilakukan dengan cara titrasi, sedang waktu diukur dengan jam. Kadar COD diukur dengan cara titrasi. TSS dan TDS diukur dengan timbangan analitik sedang pH menggunakan kertas pH. Laju alir gas oksigen diukur menggunakan alat *flow meter*.

Data diolah berdasarkan 4 tahap, yaitu : *editing, coding, entry data, dan tabulating*. Analisis univariat dengan menggunakan tabel distribusi frekuensi dan grafik persentase untuk mendeskripsikan penurunan kadar TSS, TDS dan pH. Data diuji kenormalannya menggunakan uji normalitas *shapiro-wilk* untuk jumlah sampel kurang dari sama dengan 50. Analisis bivariat menggunakan uji *one way anova* dengan tingkat ketelitian sebesar 0,05 digunakan untuk data normal dengan *post hoc LSD* sedang *Kruskal-Wallis* untuk data tidak normal dengan *post hoc Mann-Whitney*⁵.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Univariat



Gambar.1 Grafik Kadar TSS Sebelum dan Setelah Perlakuan dengan Variasi Konsentrasi dan Waktu

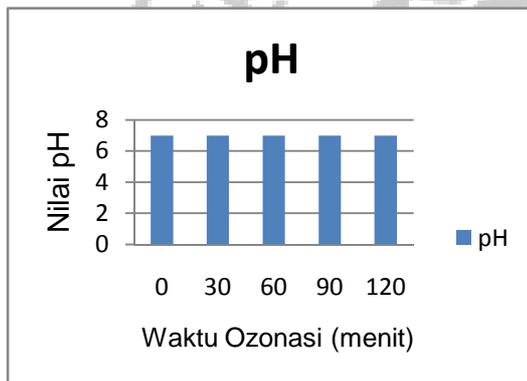
TSS air limbah awal sebelum perlakuan ozonasi pada konsentrasi ozon 100 mg/liter sudah sangat rendah hanya sebesar 8 mg/liter. Angka tersebut sudah di bawah baku mutu yang dipersyaratkan yaitu 30 mg/liter. Pada menit ke 30 mengalami penurunan dari 8 mg/liter menjadi 7 mg/liter atau 12,5%. Namun pada menit selanjutnya 60 menit, kadar TSS naik dari kadar awal menjadi 14 mg/liter, naik sebesar 75%. Pada menit ke 90 masih naik dari kadar awal menjadi 10,5 atau 31,2%. Pada menit terakhir menit ke 120 turun lagi menjadi 7,5 mg/liter, turun 18,7% dari kadar awal.

TSS air limbah awal sebelum perlakuan ozonasi dengan konsentrasi 200 mg/liter juga sudah rendah hanya sebesar 45 mg/liter. Namun kadar tersebut masih di atas standar baku mutu yang dipersyaratkan Pemerintah yaitu 30 mg/liter. Pada menit ke 30 langsung turun sangat signifikan menjadi 12,5 mg/liter atau 72%. Pada menit selanjutnya 60 menit, kadar TSS naik dari menit ke 30 sebesar 19 mg/liter atau 58% dari kadar awalnya. Pada menit ke 90 menjadi 14,5 atau dari kadar awal turun sebesar 68%. Kadar

TSS naik lagi daripada menit sebelumnya di menit ke 120 menjadi 19 mg/liter, dari angka awal turun sebesar 57%.

Kadar TSS pada perlakuan konsentrasi 300 mg/liter menit ke 30 turun sangat signifikan sebesar 84% menjadi 26,5 mg/liter atau sudah dibawah standar baku mutu yang ditetapkan Pemerintah sebesar 30 mg/liter. Pada menit selanjutnya 60 menit, kadar TSS turun lagi menjadi 19,5 mg/liter atau 90% dari angka awal. Pada menit ke 90 dan menit ke 120 kadar TSS diperoleh hasil sama yaitu 19 mg/liter, atau dari angka awal turun sebesar 90,2%.

Parameter	Konsentrasi (mg/l)	N	Mean	SD	Median	Nilai Max	Nilai Min
Konsentrasi	0	3	73,33	83,2	45,0	167	8
	100	4	17,47	3,22	9,0	14	7
	200	4	16,25	3,27	16,75	19	12,5
	300	4	21,07	3,67	19,25	19	26,5
Waktu	0	3	73,33	83,2	45,0	167	8,0
	30	3	15,33	10,05	12,5	26,5	7,0
	60	3	17,50	3,04	19,0	19,5	14,0
	90	3	42,53	29,34	14,5	19	10,5
		3	15,16	6,63	19,0	19	7,5



Gambar. 2 Grafik nilai pH Sebelum dan Setelah Perlakuan Ozonasi dengan Variasi Konsentrasi dan Waktu

Nilai pH air limbah cenderung konstan dan tidak ada perubahan sama perlakuan tidak ada perubahan baik pada waktu 30, 60, 90 maupun 120 menit dan pada konsentrasi 100, 200 dan 300 mg/liter. Namun nilai pH 7 sudah berada di bawah standar baku mutu limbah cair rumah sakit yang telah ditetapkan Pemerintah yaitu 6 – 9.

B. Analisis Bivariat

Tabel 1. Deskriptif Statistik Kadar TSS

Nilai mean untuk kadar TSS tertinggi pada konsentrasi 300 mg/liter dan terendah pada konsentrasi 200 mg/liter. Nilai median tertinggi pada konsentrasi 0 mg/liter dan terendahnya konsentrasi 100 mg/liter. Nilai minimal terendah pada konsentrasi 100 mg/liter dan tertinggi pada konsentrasi 200 mg/liter.

Kadar TSS kategori waktu ozonasi nilai mean tertinggi pada menit 0 terendah menit 120. Nilai median tertinggi menit 0, terendah menit 30. Nilai maksimal tertinggi menit 0, terendah menit 90 dan 120. Nilai minimal tertinggi menit 90, terendah menit ke 30.

Tabel 2. Uji Beda Rerata Kadar TSS Antar Variasi Konsentrasi Ozon

Konsentrasi Ozon (mg/l)	N	Mean	Median	SD	Nilai min	Nilai max	P-value
0	3	73,33	45,0	83,2	8,00	167	0,57
100	4	9,75	9,00	3,22	7,00	14,0	
200	4	32,4	32,45	8,88	23,3	41,4	
300	4	75,22	75,7	3,00	71,2	78,3	

Hasil Uji Kruskal-Wallis didapat nilai $p\text{-value} = 0,057 (\geq 0,05)$ atau tidak ada perbedaan kadar TSS dengan variasi konsentrasi ozon. Sedang untuk uji statistik *Kruskal Wallis* dengan variasi waktu nilai signifikansi $p\text{-value} = 0,721 (p \geq 0,05)$, yang bila disimpulkan tidak ada perbedaan rata-rata penurunan kadar TSS limbah cair rumah sakit dengan berbagai variasi waktu ozonasi.

PEMBAHASAN

Kadar *Total Suspended Solid* (TSS) pada pengambilan sampel pertama sangat rendah hanya sebesar 8 mg/liter. Pengambilan sampel pertama dilakukan jam 7.30. Jadi aktifitas rumah sakit belum mencapai puncaknya. Di sampel yang kedua kadar TSS juga masih rendah yaitu 45 mg/liter tapi sudah di atas NAB. Kadar TSS pada proses ozonasi dengan konsentrasi 300 mg/l cukup tinggi sebesar 167 mg/liter. Pada sampel ketiga kadar TSS tinggi mencapai 167 mg/liter dikarenakan pengambilan ketiga dilakukan pada jam 09.05. Pada jam tersebut aktifitas rumah sakit sudah mulai tinggi.

Kadar TSS turun disebabkan semakin tinggi konsentrasi ozon yang dikontakkan dalam air limbah akan menghasilkan semakin banyak flok, sehingga flok – flok ini akan menyerap koloid – koloid dalam limbah.⁶

Penurunan kadar TSS pada air limbah dengan konsentrasi ozon mengalami fluktuasi penurunan dari menit 0 menuju menit 120. Waktu pengolahan awal hingga menit ke-30, kadar TSS menunjukkan penurunan dari kadar awal. Hal tersebut dikarenakan radikal hidroksil langsung bertumbukan dengan zat organik dalam air limbah sehingga dapat mengoksidasi TSS dalam air limbah. Akan tetapi pada menit ke-60

kadar TSS mengalami peningkatan hingga sebesar hal ini menunjukkan ozon (O₃) belum mengikat senyawa organik lainnya karena sifat ozon (O₃) yang tidak stabil. Waktu pengolahan menit ke-90 kadar TSS mengalami penurunan kembali. Hal ini menandakan telah terbentuk banyaknya radikal hidroksil yang mampu medegradasi senyawa kontaminan pada limbah.⁷

Ozonasi menghilangkan zat padat yang sangat kecil dengan menggabungkannya menjadi partikel yang lebih besar (flok), partikel yang bisa disaring, dan dengan reaksi langsung melalui oksidasi kimia⁸. Pecahan zat padat terlarut yang mudah menguap sangat terpengaruh dengan ozonasi. Materi yang lebih kecil hilang menjadi buih. Sejalan dengan Rueter and Johnson's (1995) mengemukakan bahwa ozon mempunyai efek sebagai koagulan/flokulan.⁹

Pengolahan dengan ozonasi saja dirasa masih belum bisa menurunkan kadar TSS secara optimal. Pengolahan akan lebih maksimal apabila dikombinasikan dengan koagulan atau absorpben untuk menurunkan kadar TSS. Walaupun kadar TSS setelah perlakuan ozonasi dalam penelitian ini sudah dibawah NAB.

Menurut Said (2008), air yang diolah dengan ozon dengan dosis 1 mg/l memperlihatkan kenaikan mutagenesitas. Namun mutagenesitas berkurang pada level ozon tinggi (>3 mg/l). Senyawa mutagenik dapat dihilangkan dengan butiran karbon aktif (GAC).¹⁰

Menurut Hatmanto (2006), proses ozonisaasi hanya sedikit sekali mempengaruhi penurunan konsentrasi TSS dalam air limbah, karena yang paling berpengaruh pada penurunan TSS adalah pada

saat *pre-treatment* dengan menggunakan bahan koagulan.¹¹

Hasil penelitian oleh Isyuniarto, dkk (2007) diperoleh hasil bahwa semakin tinggi pH air limbah dan waktu ozonisasi yang dibutuhkan hanya 20 menit sudah mampu menurunkan kadar TSS dalam limbah. Untuk menaikkan pH ditambahkan kapur. Kondisi optimal pada penelitian tersebut adalah pada kadar kapur 0,6% (berat) dengan waktu ozonisasi 20 menit dan pH limbah 10. Pada kondisi optimal tersebut kadar TSS 50 mg/liter. Namun penelitian ini juga mengandung kelemahan. Penambahan kapur menyebabkan kadar pH tinggi sehingga harus menambahkan air segar baru sampai kadar pH menjadi normal antara 6-9 serta aman di buang ke perairan umum.¹²

Penelitian yang lain Estikarini, dkk (2016). Kadar awal TSS 1.630 mg/liter. Penelitian ini menggunakan kombinasi ozon dengan karbon aktif. Metode ozonasi paling besar pada pengolahan dengan dosis ozon 32 ppm dengan waktu kontak 180 menit dan proses adsorpsi dengan karbon aktif, dengan efisiensi penyisihan TSS sebesar 97,2%.¹³ Waktu kontak semakin lama karena konsentrasi ozon yang digunakan sangat rendah.

Pada penelitian oleh Isyuniarto, dkk (2006) diperoleh hasil proses ozonasi dikombinasikan dengan penambahan koagulan tawas dan kapur bisa menurunkan angka BOD, COD dan TSS dengan sangat signifikan. Kapur berfungsi untuk menaikkan pH limbah. Pemakaian tawas 1% berat, pH 12 dan waktu ozonisasi 20 menit adalah kondisi yang optimum yang bisa menurunkan COD hingga 91,1%-91,2% dan penurunan TSS 53,3% - 54,2%.¹⁴

Nilai pH netral diduga adanya pengolahan pendahuluan

(*pretreatment*) yang ada di unit *pantry* dan *laundry* berupa bak penangkap lemak. Juga pengolahan pendahuluan di unit laboratorium menjadi penyebab nilai pH netral.

Menurut penelitian Novermen, dkk, apabila larutan limbah sudah banyak mengandung ion – ion hidrogen yang berarti suasana menjadi asam, hal itu penyebab oksidasi menjadi lebih lambat, sehingga nilai pH menjadi cenderung konstan.⁷

Dari data penelitian yang telah dilakukan bisa disimpulkan bahwa untuk menurunkan kadar TSS selain dengan perlakuan ozonasi juga dengan beberapa kombinasi seperti kapur untuk menaikkan pH, kombinasi ozon dengan karbon aktif, maupun penambahan tawas sebagai koagulan.

KESIMPULAN

1. Kadar *Total Suspended Solid* (TSS) pada pengambilan sampel pertama sangat rendah hanya sebesar 8 mg/liter. Pengambilan sampel pertama dilakukan jam 7.30. Jadi aktifitas rumah sakit belum mencapai puncaknya.. Pada sampel yang kedua kadar TSS cukup tinggi yaitu 45 mg/liter dan kadar TSS pada sampel ketiga tinggi sebesar 167 mg/liter dikarenakan pengambilan ketiga dilakukan pada jam 09.05. Pada jam tersebut aktifitas rumah sakit sudah mulai tinggi.
2. Kadar TSS setelah dilakukan uji statistik tidak ada perbedaan rata-rata sebelum dan sesudah perlakuan ozonasi.
3. Begitu juga kadar pH dari awal sebelum ozonasi sudah di bawah baku mutu yang ditetapkan Pemerintah sebesar 7, dimana

- baku mutu yang ditetapkan untuk pH antara 6,0 – 9,0
4. Nilai pH netral diduga adanya pengolahan pendahuluan (*pretreatment*) yang ada di unit *pantry* dan *laundry* berupa bak penangkap lemak. Juga pengolahan pendahuluan di unit laboratorium menjadi penyebab nilai pH netral.
 5. Dari data penelitian yang telah dilakukan bisa disimpulkan bahwa untuk menurunkan kadar TSS selain dengan perlakuan ozonasi juga dengan beberapa kombinasi seperti kapur untuk menaikkan pH, kombinasi ozon dengan karbon aktif, maupun penambahan tawas sebagai koagulan.
 6. Penelitian tentang kinerja ozon dalam mengoksidasi zat-zat organik pada limbah masih perlu dikembangkan lebih mendalam, karena hasil satu penelitian dengan penelitian yang lain belum menunjukkan konsistensi baik ditinjau dari waktu maupun konsentrasi ozon.⁷
 6. Purwadi,A, Suryadi, Widdi Usada, dkk. Aplikasi Ozon Hasil Lucutan Plasma Untuk Menurunkan Nilai pH, COD, BOD Dan Jumlah Bakteri Limbah Cair Rumah Sakit. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan.2006
 7. Novermen, dkk. Pengaruh pH dan Waktu Pada Pengolahan Limbah Cair CPO dengan Proses Ozonasi
 8. Summerfelt, S.T., Hankins, J. A., Weber, A.L., and Martin, D.D., Ozonation of a recirculating rainbow trout culture system. II. Effects on microscreen filtration and water quality. *Aquaculture* 1997 158: 57 – 67. et al., 1997
 9. Rueter, J., and Johnson, R., The use of ozone to improve solids disinfection. *Aquacultural Engineering* 14; 123 – 141. (1995)
 10. Said, Nusa Idaman. 2008. Teknologi Pengolahan Air Minum Teori dan Pengalaman Praktis. Pusat Teknologi Lingkungan BPPT: Jakarta Pusat

DAFTAR PUSTAKA

1. Soewarso. Limbah Cair Permasalahan dan Penanggulangannya. 1996;
2. Profil Rumah Sakit Umum Daerah Tugurejo Semarang.
3. Lilik Slamet S. Pemanfaatan Ozon di Indonesia, Peneliti Bidang Aplikasi Klimatologi dan Lingkungan LAPAN
4. Hayatuddin Fataruba (2012), Desain Penelitian Eksperimen diakses di <http://sospol.untag-smd.ac.id/?p=347> diakses 2 Agustus 2017
5. M. Sopiudin Dahlan. Statistik Untuk Kedokteran dan Kesehatan. Jakarta: Salemba Medika
11. Hatmanto, Bima Patria Dwi. Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS Limbah Pabrik Tahu dengan Metode Ozonasi. Universitas Diponegoro : Semarang 2006.
12. Isyuniarto, Widdi Usada, dkk Degradasi Limbah Cair Industri Kertas Menggunakan Oksidan Ozon dan Kapur Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan. BATAN 2007
13. Hutami Dinar Estikarini, dkk. Penurunan Kadar COD dan TSS Pada Limbah Tekstil Dengan Metode Ozonasi. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol 5. No I 2016
14. Isyuniarto, dkk. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Teknik Lucutan Plasma.

Pusat Teknologi Akselerator dan
Proses Bahan BATAN 2006.

