

PENGARUH KONSENTRASI OZON DAN WAKTU PAPARAN SINAR UV TERHADAP PENURUNAN KADAR COD AIR LIMBAH RS PKU MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Siti Aisyiyah^{1*}, Haryanto Haryanto²

¹Program Studi S1 Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57102

²Program Studi S1 Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57102

*Corresponding author: d500180023@student.ums.ac.id.

ABSTRACT

One of the biggest contributors to liquid waste comes from hospital waste. Indonesia is estimated to produce hospital liquid waste of 48,985.7 l/day. Hospital liquid waste is one of the causes of environmental pollution. One of the parameters in wastewater is COD (chemical oxygen demand), because a high COD concentration indicates the amount of contamination contained in the water and a decrease in the dissolved oxygen content in the water which can result in the death of organisms. The purpose of this study was to determine the effect of ozone concentration and exposure time to UV rays on the reduction of cod levels in wastewater. The method used is Advanced Oxidation Processes (AOP) with O₃/UV to produce OH⁻ which is effective for killing bacteria. The high value of chemical oxygen demand (COD) should be treated chemically. One of them is by way of oxidation. One of the relatively new treatment systems developed in recent years is a sewage treatment system utilizing ozone gas (O₃) and UV light. The research was conducted by injecting ozone and UV light into 1 liter of wastewater. Variations in the length of time exposure to UV rays in this test (2; 5; 10 15; 20) minutes and variations in ozone concentration in this test (0; 6; 1200; 1800; 2800) mg/liter. In addition, the highest COD level effectiveness was 51,11% with a COD level of 45,52 mg/L. Based on these results, this method is quite effective in reducing COD levels in PKU Muhammadiyah Surakarta Hospital.

Keywords: Ozone; UV Rays; COD; Liquid Waste

PENDAHULUAN

Salah satu penyumbang limbah cair terbesar berasal dari limbah rumah sakit. Indonesia diperkirakan memproduksi limbah cair rumah sakit 48,985.7 l/hari⁽¹⁾. Sumber-sumber limbah cair yang ada di rumah sakit adalah: Ruang Operasi, Ruang Rawat Inap, Dapur, Ruang Rawat Jalan, ICU, IGD dan Laundry⁽²⁾. Untuk menyatakan kualitas air dibutuhkan beberapa parameter yang terkait. Salah satu diantaranya adalah *Chemical Okxygen Demand* (COD) yang didefinisikan sebagai jumlah oksigen (mgO₂) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat di dalam sampel air atau banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO₂ dan H₂O. Konsentrasi COD yang tinggi menunjukkan banyaknya cemaran yang terkandung dalam air dan penurunan kandungan oksigen terlarut di dalam air yang dapat mengakibatkan kematian organisme⁽³⁾.

Hasil pemeriksaan kualitas sampel air limbah rumah sakit pada outlet diperoleh data pH 7,5 dan menghasilkan BOD sebanyak 203,8 mg/liter, COD sebanyak 382,5 mg/liter⁽³⁾. Sedangkan untuk TSS

sebanyak 255,32 mg/L, dan fosfat sebanyak 6,17 mg/L. Maka air tersebut melebihi standar baku mutu. Untuk itu perlu adanya proses pengolahan air limbah yang berfungsi mengolah dan menurunkan konsentrasi zat-zar pencemar seperti BOD, COD, TSS dan lain-lain⁽⁴⁾.

Tingginya nilai *chemical oxygen demand* (COD) seharusnya diolah dengan cara kimiawi. Salah satunya yaitu dengan cara oksidasi. Salah satu sistem pengolahan yang relatif baru dikembangkan pada akhir - akhir ini adalah sistem pengolahan limbah dengan memanfaatkan gas ozon (O₃) dan sinar uv. Oksidasi dalam pengolahan limbah dapat dilakukan dengan ozon, karena ozon memiliki kemampuan mengoksidasi yang besar. Proses pengolahan limbah dengan menggunakan ozon ini disebut ozonisasi. Proses ozonisasi dalam air dapat menghasilkan oksidator yang sangat kuat jika ozon terdekomposisi menjadi OH radikal (OH^{*})⁽⁵⁾.

Ozon merupakan bahan kimia yang sangat reaktif digunakan dalam pengolahan limbah sebagai desinfeksi, menghilangkan warna, degradasi dari mikropolutan organik⁽⁶⁾. Ozonisasi merupakan salah

salah satu proses pengolahan yang dapat digunakan untuk mengurangi bahan organik pada air baku. Keunikan dari proses ozonisasi adalah hasil dekomposisi ozon berupa OH radikal yang merupakan oksidator lebih kuat dan bersifat tidak selektif sehingga dapat mendegradasi bahan organik dalam air kompleks dalam air⁽⁷⁾. Proses ozonisasi ini lebih efisien dibandingkan dengan proses kimia dan biologi karena dapat mengurangi jumlah *sludge* yang terbentuk oleh penggunaan bahan kimia yang banyak, dapat membunuh organisme karena pada proses ozonisasi digunakan zat yang bersifat desinfektan sehingga mikroorganisme tidak dapat hidup⁽⁸⁾.

Penyinaran sinar UV juga bisa digunakan untuk mendegradasi bahan organik. Fungsi dari kombinasi ozon dan ultraviolet adalah untuk menghasilkan hydroxyl radikal ($\cdot\text{OH}$), dimana sebuah radikal bebas yang memiliki potential oksidasi yang sangat tinggi (2,8 V), jauh melebihi ozon (1,7 V) dan chlorine (1,36 V). Sedangkan lampu ultraviolet pada panjang gelombang tertentu ($\lambda = 254 \text{ m}$) akan efektif dalam proses membunuh bakteri. Hal ini menjadikan kombinasi ozon dan ultraviolet sangat potensial untuk mengoksidasi berbagai senyawa organik, minyak, dan bakteri yang terkandung di dalam air⁽⁹⁾.

Adapun keunggulan penggunaan sinar UV antara lain: unsur air dalam larutan, seperti ammonia tidak terlalu berpengaruh dalam kapasitas penurunan, rasa dan bau tidak dihasilkan, waktu paparan yang efektif. Adapun kerugian penggunaan sinar UV antara lain: kista dan virus lebih tahan dibandingkan bakteri vegetatif, dibutuhkan energi listrik yang berlebihan dan peralatan yang mahal, perawatan yang rutin dan mahal dibutuhkan untuk memastikan keefektifan dan kestabilan dari peralatan yang digunakan⁽¹⁰⁾.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ozon dan waktu paparan sinar uv terhadap penurunan kadar COD air limbah RS PKU Muhammadiyah Surakarta.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah Advanced Oxidation Processes (AOP) dengan O_3/UV . AOP adalah serangkaian proses untuk pengolahan air limbah, yaitu untuk menghilangkan bahan kimia organik dan beberapa jenis polutan anorganik melalui reaksi oksidasi dengan radikal bebas OH- (hydroxyl radical). Penelitian ini dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Surakarta, Jl. Ronggowarsito no. 130, Timuran, Kec. Banjarsari, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57131. Sumber data pada penelitian ini

diperoleh dari hasil eksperimen dan pengujian di laboratorium.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Air limbah yang didapat dari bak anaerob RS PKU Muhammadiyah Surakarta. Adapun alat yang digunakan antara lain: Jerigen, ember, botol aqua, aerator, ozon generator, lampu uv tipe c, gelas ukur 1 liter. Adapun prosedur dalam penelitian ini adalah

1. Pengambilan Sampel

Air limbah di ambil dari bak anaerob RS PKU Muhammadiyah Surakarta dengan menggunakan ember berukuran 40 liter.

2. Pelaksanaan pengujian

Air limbah dari ember tersebut dimasukkan sebanyak 1 liter ke dalam botol aqua berukuran 1500 ml dengan menggunakan gelas ukur. Kemudian, dikontakkan dengan alat ozonisasi dengan variasi konsentrasi 0; 600; 1200; 1800; 2800 mg/liter dan disinari dengan UV untuk waktu paparan 0; 2; 5; 10; 15 menit. Setelah itu, dilakukan proses aerasi untuk masing-masing sampel selama 10 menit dan kemudian sampel dimasukkan ke dalam jerigen berukuran 1 liter. Ulangi perlakuan tersebut sampai 25 sampel dengan variasi konsentrasi ozon dan waktu paparan sinar UV yang berbeda-beda dan setelah itu dilakukan uji sampel di laboratorium untuk mengetahui konsentrasi ozon dan waktu paparan yang optimal untuk penurunan kadar COD.

3. Analisis Hasil

Pada penelitian ini data diolah dengan microsoft excel dan menggunakan analisis ANOVA. Kadar cod dianalisis dengan metode *Two-Factor Without Replication* merupakan teknik analisis statistik yang digunakan untuk melihat perbandingan dua variabel atau lebih dari dua faktor dengan tanpa melihat interaksi antar faktor. Analisa ini juga digunakan menyederhanakan atau meringkas kumpulan data hasil pengukuran sehingga kumpulan data tersebut menjadi informasi yang berguna.

Metode ANOVA *Two-Factor Without Replication* menggunakan tingkat kepercayaan 95% atau batas kritis 0,05 ($\alpha = 5\%$).

Nilai $p > \alpha$ (5%) maka keputusannya

Ha ditolak

Nilai $p < \alpha$ (5%) maka keputusannya

Ho ditolak

Efisiensi penurunan kadar COD pada air limbah rumah sakit dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Eff} (\%) = \frac{\text{Nilai awal} - \text{nilai akhir}}{\text{nilai awal}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ozon dan sinar uv digunakan karena memiliki sifat desinfektan sehingga mikroorganisme tidak dapat hidup dan dapat menurunkan kadar COD pada air limbah. Penelitian ini menggunakan pengaruh antara waktu paparan sinar uv dan konsentrasi ozon. Air limbah rumah sakit dikontakkan dengan alat ozonasi

dengan variasi konsentrasi 0; 600; 1200; 1800; 2800 mg/liter dan sinar uv dengan variasi waktu 2; 5; 10; 15; 20 menit.

Pada uji pendahuluan diketahui bahwa sampel ke 0 dengan perlakuan konsentrasi ozon dan paparan sinar uv (0;0) mendapatkan hasil 93,11 mg/liter.

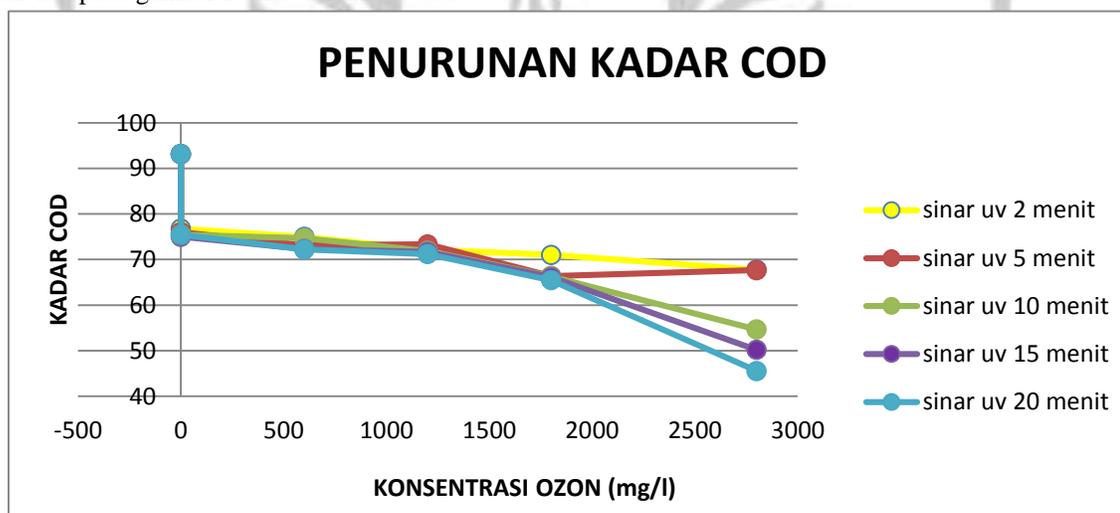
A. Pengaruh Paparan Sinar UV dan Konsentrasi Ozon terhadap Penurunan Kadar COD

Pengaruh paparan sinar uv dan konsentrasi ozon terhadap penurunan kadar cod dapat dilihat pada tabel 1 berikut

Tabel 1. Hasil Uji COD dengan Variasi Konentrasri Ozon dan Paparan Sinar UV

Jumlah (sampel)	Paparan SinarUV (Menit)	Konsentrasi Ozon (mg/liter)					Σ kadar COD (mg/liter)
		0	600	1200	1800	2800	
25	2	76,79	74,95	72,16	71,01	67,78	362,69
	5	76,02	73,11	73,33	66,38	67,67	356,51
	10	75,45	74,69	71,90	66,30	54,65	342,99
	15	75,01	72,30	71,67	66,14	50,19	335,31
	20	75,43	72,19	71,20	65,48	45,52	329,82

Berdasarkan tabel 1 didapatkan grafik pengaruh paparan sinar uv dan konsentrasi ozon terhadap penurunan kadar cod pada gambar 1 dibawah ini



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi ozon dengan paparan sinar uv terhadap penurunan COD

Variasi konsentrasi ozon adalah 0 mg/liter; 600 mg/liter; 1200 mg/liter; 1800 mg/liter; 2800 mg/liter dan dengan variasi sinar UV adalah 2 menit; 5 menit; 10 menit; 15 menit; dan 20 menit. Sampel diambil pada pukul 09.30 wib dengan menggunakan jerigen. Uji penurunan kadar COD

dilakukan di laboratorium dengan standar baku mutu sesuai dengan Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang baku mutu air limbah untuk kegiatan rumah sakit. Baku mutu COD sesuai peraturan tersebut adalah 80 mg/liter. Pada sampel 0 (kontrol) didapatkan hasil kadar

COD limbah rumah sakit PKU Muhammadiyah Surakarta sebesar 93,11 mg/liter. Hasil tersebut sudah melampaui baku mutu yang ada.

COD air limbah pada paparan sinar UV menit ke-2 dengan variasi konsentrasi ozon 0; 600; 1200; 1800; 2800 mg/liter mengalami penurunan dari 93,11 mg/liter menjadi 76,79; 74,95; 72,16; 71,01; 67,78 mg/liter. Hasil tersebut sudah dibawah baku mutu yang dipersyaratkan. Kemudian COD air limbah pada paparan sinar UV menit ke-5 dengan dengan variasi konsentrasi ozon 0 dan 600 mg/liter juga sudah mengalami penurunan sebesar 76,02 dan 73,11 mg/liter. Tetapi, pada konsentrasi ozon 1200 mg/liter COD air limbah mengalami kenaikan menjadi 73,33 mg/liter. Pada konsentrasi ozon 1800 mg/liter kadar COD mengalami penurunan lagi menjadi 66,38 mg/liter. Dan pada konsentrasi ozon 2800 mg/liter kadar COD mengalami kenaikan menjadi 67,67 mg/liter. COD air limbah pada paparan sinar UV menit ke-10 dengan variasi konsentrasi ozon 0; 600; 1200; 1800; 2800 mg/liter sudah mengalami penurunan sebesar 75,45; 74,69; 71,9; 66,3; 66,3 mg/liter. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa kadar COD sudah dibawah baku mutu yang dipersyaratkan. COD air limbah pada paparan sinar UV pada menit ke-15 dengan dengan variasi konsentrasi ozon 0; 600; 1200; 1800; 2800 mg/liter sudah mengalami penurunan sebesar 75,01; 72,3; 71,67; 66,14; 50,19 mg/liter. Hasil tersebut sudah dibawah baku mutu yang dipersyaratkan. Sedangkan, COD air limbah pada paparan sinar UV pada menit terakhir yaitu ke-20 menit dengan variasi konsentrasi ozon 0; 600; 1200; 1800; 2800 mg/liter juga mengalami penurunan sebesar 75,43; 72,19; 71,2; 65,48; 45,52 mg/liter. Angka tersebut sudah dibawah baku mutu yang dipersyaratkan.

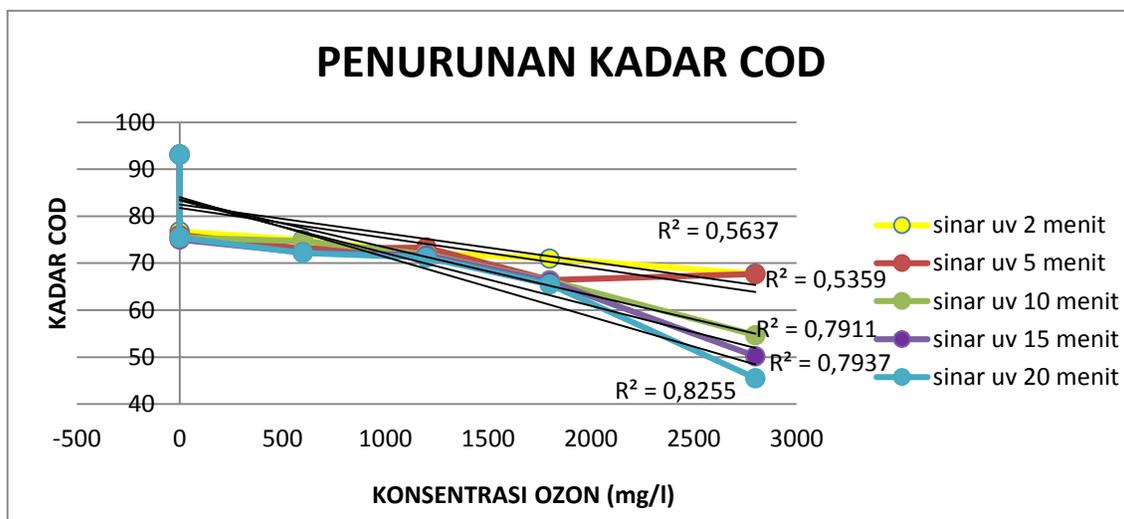
Pada paparan sinar UV ke-5 menit dengan konsentrasi ozon 1200 mg/liter dan 2800 mg/liter kadar COD mengalami kenaikan menjadi 73,33 mg/liter dan 67,67 mg/liter, hal tersebut disebabkan karena larutan limbah sudah jenuh sehingga penambahan konsentrasi ozon tidak

mempengaruhi penurunan kadar COD air limbah. Dapat disebabkan juga karena pada saat pengambilan sampel air limbah terdapat kotoran atau sampah, dimana hal tersebut juga dapat mempengaruhi hasil kandungan COD didalamnya. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Isyuniarto, 2009) terdapat juga bahwa penambahan konsentrasi ozon tidak mempengaruhi penurunan kadar COD. hal ini disebabkan karena larutan limbah sudah jenuh, sehingga tidak mempengaruhi penurunan kadar COD⁽⁴⁾.

Rentang waktu yang dilakukan adalah 2; 5; 10; 15; dan 20 menit. Pemilihan rentang waktu ini berdasarkan penelitian yang telah ada, bahwa perlakuan di bawah 10 menit belum memberikan hasil penurunan yang signifikan. Optimasi waktu penyinaran bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan dalam mendegradasi limbah cair dalam jumlah tertinggi. Penurunan kadar COD secara signifikan terjadi dari waktu paparan sinar UV 10 hingga 20 menit dengan konsentrasi ozon sebesar 1800 mg/liter hingga 2800 mg/liter.

Diketahui bahwa kadar COD mengalami penurunan dari 93,11 mg/liter sampai hasil akhir yaitu 45,52 mg/liter. Hal tersebut disebabkan karena semakin lamanya waktu paparan sinar UV dan semakin besar konsentrasi ozon, maka kadar COD air limbah rumah sakit juga mengalami penurunan. Hal ini dapat dimengerti bahwa sinar UV berfungsi untuk mempercepat pembentukan OH dalam air, sedangkan ozon berfungsi sebagai oksidator yang akan menambah jumlah senyawa radikal OH^- dan radikal O^* pada air limbah. Hal ini menjadikan kombinasi paparan sinar UV dan ozonasi sangat potensial untuk mengoksidasi berbagai senyawa organik, minyak, dan bakteri yang terkandung di dalam air. Sehingga sangat efektif dalam mendegradasi kandungan COD pada air limbah rumah sakit yang sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Berikut merupakan grafik pengaruh paparan sinar uv dan konsentrasi ozon terhadap penurunan kadar cod pada nilai *R-Squared*



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi ozon dengan paparan sinar uv terhadap penurunan kadar COD pada *R-Squared*

Paparan sinar UV pada menit ke-2 dengan variasi konsentrasi ozon 0; 600; 1200; 1800; 2800 mg/liter didapatkan nilai R^2 sebesar 0,5637. Paparan sinar UV pada menit ke-5 dengan variasi konsentrasi ozon 0; 600; 1200; 1800; 2800 mg/liter didapatkan nilai R^2 sebesar 0,5639. Sedangkan, paparan sinar UV pada menit ke-10 dengan variasi konsentrasi ozon 0; 600; 1200; 1800; 2800 mg/liter didapatkan nilai R^2 sebesar 0,7911. Kemudian, paparan sinar UV pada menit ke-15 dengan variasi konsentrasi ozon 0; 600; 1200; 1800; 2800 mg/liter didapatkan nilai R^2 sebesar 0,7937. Terakhir, paparan sinar UV pada menit ke-20 dengan variasi konsentrasi ozon 0; 600; 1200; 1800; 2800 mg/liter didapatkan nilai R^2 sebesar 0,8255.

Diketahui bahwa besarnya harga koefisien determinasi adalah berkisar $0 < R^2 < 1$. Artinya jika R^2 mendekati 1 maka dapat dikatakan pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat adalah besar. Maka berdasarkan grafik tersebut diketahui bahwa nilai R^2 yang mendekati 1 adalah pada paparan sinar UV ke-20 menit dengan variasi konsentrasi ozon 0; 600; 1200; 1800; 2800 mg/liter dengan nilai R^2 adalah 0,8255. Artinya paparan sinar UV pada waktu 20 menit memiliki korelasi atau pengaruh yang besar terhadap penurunan kadar COD air limbah rumah sakit. Oleh karena itu waktu yang optimal adalah 20 menit. Dengan kondisi operasi ini kadar COD sudah memenuhi baku mutu yang sudah ditentukan.

B. Analisis data Anova (Two-Factor Whitout Replication)

Analisis data anova dengan two-factor replication dengan microsoft excel terhadap penurunan kadar COD limbah rumah sakit dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Analisis Data ANOVA (Two-Factor Whitout Replication)

Anova			
Source of Variation	F-hitung	P-value	F-tabel
sinar uv	2,129363	0,124325507	3,0069173
ozon	15,04469	2,77195E-05	3,0069173

Pengaruh waktu paparan sinar uv dengan konsentrasi ozon terhadap penurunan kadar cod di RS Muhammadiyah Surakarta dapat dilihat pada tabel 2 dan anova di atas yang mana sebagai berikut.

Waktu (menit) paparan sinar UV menghasilkan nilai P-value 0,12 ($\geq 0,05$), yang mana nilai tersebut lebih besar sama dengan daripada batas kritis 0,05. sedangkan nilai F-hitung adalah 2,13 dan nilai dari F-tabel adalah 3,00 maka nilai F-hitung lebih kecil daripada nilai F-tabel.

Pada konsentrasi ozon (mg/liter) mendapatkan nilai P-value 0,00002 ($\leq 0,05$), yang mana nilai tersebut lebih kecil sama dengan daripada batas kritis 0,05. Sedangkan, nilai F-hitung mendapatkan hasil 15,04 dan nilai dari F-tabel adalah 3,00. Maka nilai F-hitung tersebut lebih besar daripada F-tabel.

Maka dapat disimpulkan bahwa paparan sinar uv tidak berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan kadar cod. Hal ini disebabkan karena kurangnya waktu intensitas pemaparan, maka penguraian bakteri pada air limbah belum maksimal. Sedangkan, konsentrasi ozon berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan kadar cod. Hal ini disebabkan karena jumlah senyawa radikal OH⁻, radikal O^{*} dan ozon dalam limbah akan bertambah, sehingga kadar COD mengalami penurunan.

Pada penelitian sebelumnya, senyawa radikal OH⁻, radikal O^{*} dan ozon yang berperan mengoksidasi bahan organik COD menjadi senyawa yang lebih sederhana dan juga menunjukkan bahwa kombinasi ozon dan sinar UV tersebut dimaksudkan agar limbah cair yang diolah dapat dibuang dengan aman dan memenuhi baku mutu lingkungan sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup.

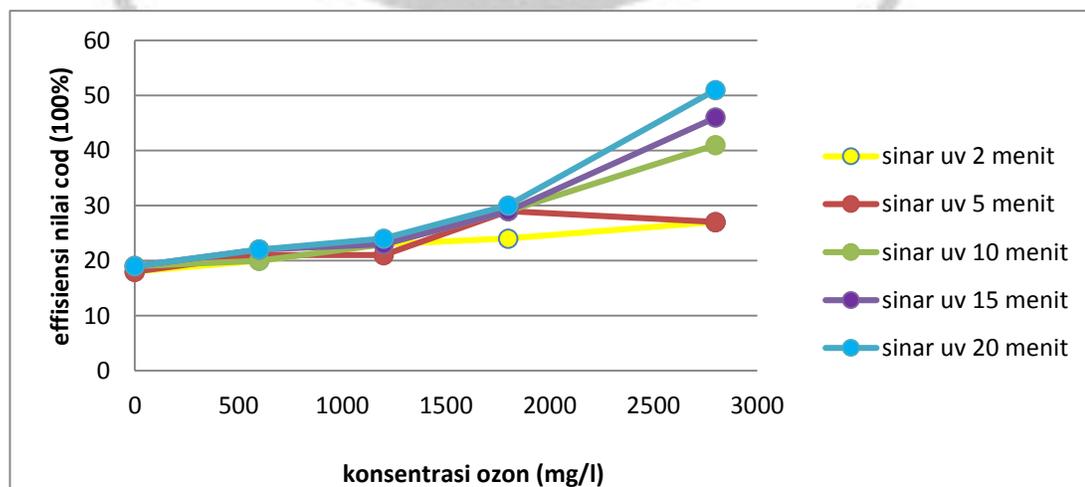
C. Efisiensi (%) Pengaruh Paparan Sinar UV dan Konsentrasi Ozon terhadap Penurunan Kadar COD

Efisiensi penurunan kadar COD limbah rumah sakit dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 Efisiensi (%) Penurunan Kadar COD dengan Variasi Konsentrasi Ozon dan Paparan Sinar UV

Jumlah (sampel)	Paparan SinarUV (Menit)	Efisiensi (%)				
		0 mg/l	60 mg/l	1200 mg/l	1800 mg/l	2800 mg/l
25	2	18	20	23	24	27
	5	18	21	21	29	27
	10	19	20	23	29	41
	15	19	22	23	29	46
	20	19	22	24	30	51

Berdasarkan tabel 3 didapatkan grafik efisiensi pengaruh paparan sinar uv dan konsentrasi ozon terhadap penurunan kadar cod pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 4. Efisiensi konsentrasi ozon dengan paparan sinar uv terhadap penurunan kadar COD

Kombinasi ozon dan sinar UV dimaksudkan agar limbah cair yang diolah dapat dibuang dengan aman dan memenuhi baku mutu lingkungan sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. Dari hasil percobaan terlihat bahwa, penambahan udara yang mengandung oksigen atau aerasi selama 10 menit ke dalam limbah cair dapat berpengaruh signifikan terhadap penurunan nilai COD dari limbah cair. *Chemical Oxygen Demand* (COD) menggambarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun sukar didegradasi secara biologis menjadi CO_2 dan H_2O .

Gambar 5, semakin lama waktu paparan sinar UV dan semakin besar konsentrasi ozon maka semakin besar efisiensi kadar COD air limbah rumah sakit dan kadar COD telah sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Pada sebagian besar variasi perlakuan mengalami kenaikan efisiensi sehingga kadar COD dalam larutan limbah mengalami penurunan dan belum melewati titik jenuh. Kemudian pada menit ke-5 terdapat efisiensi yang tidak mengalami perubahan dan terdapat penurunan efisiensi sehingga diperoleh peningkatan kadar COD. Penurunan efisiensi ini disebabkan karena larutan limbah sudah jenuh, akibatnya kinerja penurunan kadar COD kurang maksimal dan terjadi penurunan efisiensi.

Efisiensi penurunan kadar COD tertinggi yaitu pada waktu paparan sinar UV dan konsentrasi ozon sebesar 20 menit; 2800 mg/liter dengan nilai efisiensi 51,11%. Sedangkan efisiensi penurunan kadar COD terendah yaitu pada waktu paparan UV dan konsentrasi ozon sebesar 2 menit; 0 mg/liter dengan nilai efisiensi 17,53%. Berdasarkan perhitungan efektivitas tersebut, penurunan kadar COD di Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta dapat dilakukan dengan menggabungkan sinar UV dan ozon.

KESIMPULAN

Berikut merupakan kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

Berdasarkan analisis di atas, didapatkan hasil bahwa waktu paparan sinar uv tidak berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan kadar cod, tetapi konsentrasi ozon berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan kadar cod.

Efektivitas paparan sinar uv dan konsentrasi ozon terhadap penurunan kadar cod tertinggi adalah 51.11% dengan kadar cod sebesar 45.52 mg/liter. Hasil tersebut di dapat pada variasi waktu sinar uv 20 menit dan konsentrasi ozon 2800 mg/liter.

SARAN

Berikut merupakan saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

Bagi peneliti, disarankan untuk memastikan kembali tidak adanya kotoran dalam sampel. Bagi lingkungan, diharapkan konsentrasi cod yang rendah dapat menyebabkan kandungan oksigen terlarut didalam badan air menjadi tinggi supaya oksigen yang digunakan sebagai sumber kehidupan bagi makhluk yang berada didalam air dapat terpenuhi sehingga makhluk air tersebut dapat berkembang biak dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wahyuningsih, E., Iva, R.E.W., dan Pratiwi H. Sistem Pengolahan Limbah Cair Di Rsud Syarifah Ambami Rato Ebu Bangkalan. *Gema Lingkungan Kesehat.* 2020;18(2):118–22.
2. Sandra Y. Mengolah COD Pada Limbah Laboratorium. *J Pengabdian Kpd Masy.* 2019;1(2):22–31.
3. Dewi D and S. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Dengan Biofilter. 2016;14(72).
4. Isyuniarto I, Andrianto A. Pengaruh Waktu Ozonisasi Terhadap Penurunan Kadar Bod, Cod, Tss Dan Fosfat Pada Limbah Cair Rumah Sakit. *GANENDRA Maj IPTEK Nukl.* 2009;12(1):45–9.
5. Nuriana, W; M. Rangga, S; and Siti A. Identifikasi Konsentrasi Sisa Ozon pada Proses Ozonisasi Konvensional dan Advanced Oxidation untuk Pengolahan Lindi Dari TPA Aktif. *J rekayasa Lingkungan.* 2016;4(1):1–11.
6. R NF, Hadiwidodo M, Rezagama A. Pengolahan Lindi Dengan Metode Koagulasi-

- Flokulasi Menggunakan Koagulan Aluminium Sulfat dan Metode Ozonisasi Untuk Menurunkan Parameter BOD , COD , dan TSS (Studi Kasus Lindi TPA Jatibarang). J Tek Lingkungan [Internet]. 2017;6(1):1–13. Available from: <https://media.neliti.com/>
7. Cinthya C, Sururi MOHR, Ainun S. Efektivitas Proses Ozonisasi Studi Kasus : IPA dan Miniplant Dago Pakar. 2019;7(2):1–10.
 8. Ratnawati E. Pengaruh Waktu Reaksi dan Suhu Pada Proses Ozonasi Terhadap Penurunan Warna, COD dan BOD Air Limbah Industri Tekstil. J Kim dan Kemasan. 2011;33(1):107.
 9. Hutagalung, S. S; Anto, T. S; and Veny L. Metode Advanced Oxidation Processes (AOP) Untuk Mengolah Limbah Resin Cair AOP filtration. Pus Penelit Ilmu Pengetah dan Teknol. 2017;57–64.
 10. Chuango, L; Chairuddin; and Tini S. Penggunaan Sinar UV dan Hidrogen Peroksida untuk Menurunkan COD, TSS dan TDS Air Buangan Pabrik Oleokimia. Saintia Kim. 2013;1(2):1–7.