

**PENURUNAN KADAR AMONIA DAN KEKERUHAN PADA LIMBAH CAIR
RUMAH PEMOTONGAN HEWAN (RPH) DENGAN METODE OZONISASI**
*Reduction Of Ammonia Levels And Turbidity In Liquid Waste From Slaughterhouses
Using Ozonation Method*

Ika Hardhiyanti Ramdhani¹, Sherly M. F. Ledoh¹, Antonius R. B. Ola¹.
Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang
* Corresponding author, email: hardhiyanti.ika@gmail.com

ABSTRAK

Pada limbah cair Rumah Pemotongan Hewan dapat berpotensi menjadi sumber pencemaran lingkungan karena mengandung konsentrasi bahan organik yang tinggi, seperti amonia dan partikel tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu ozonisasi terhadap penurunan kadar amonia dan kekeruhan pada limbah cair Rumah Pemotongan Hewan, serta mengetahui persentase penurunannya. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Sampel limbah cair diambil dari Rumah Pemotongan Hewan Bimoku, Kota Kupang. Proses ozonisasi dilakukan dengan variasi waktu 20, 40, 60, dan 80 menit. Parameter yang diukur adalah kadar amonia, kekeruhan, dan pH sebelum dan sesudah proses ozonisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu ozonisasi berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar amonia dan kekeruhan. Waktu optimum untuk menurunkan kadar amonia adalah 80 menit dengan persentase penurunan sebesar 30,85%, sedangkan waktu optimum untuk menurunkan kekeruhan adalah 60 menit dengan persentase penurunan sebesar 22,31%. Proses ozonisasi juga menyebabkan peningkatan pH dari 7,6 menjadi 8,54.

Kata Kunci: Amonia, Kekeruhan, Limbah Cair, Ozonisasi, Rumah Pemotongan Hewan.

ABSTRACT

Wastewater from slaughterhouses can be a major source of environmental pollution. This is because it contains high levels of organic materials like ammonia and suspended particles, which make the water turbid. This study aimed to find out how ozonation time affects the reduction of both ammonia and turbidity in slaughterhouse wastewater, and to calculate the percentage of these reductions. We used a quantitative descriptive research method. Wastewater samples were collected from the Bimoku Slaughterhouse in Kupang City. The ozonation process was tested at different durations: 20, 40, 60, and 80 minutes. Before and after ozonation, we measured the ammonia levels, turbidity, and pH. Our results clearly show that ozonation time significantly reduced both ammonia and turbidity. The best time to reduce ammonia was 80 minutes, which led to a 30.85% decrease. For turbidity, the most effective time was 60 minutes, resulting in a 22.31% decrease. Additionally, the ozonation process increased the water's pH from 7.6 to 8.54.
Keywords: Ammonia, Turbidity, Wastewater, Ozonation, Slaughterhouse.

PENDAHULUAN

Peningkatan populasi dan aktivitas masyarakat di Indonesia berdampak pada meningkatnya pencemaran lingkungan, termasuk pencemaran air. Salah satu sumber utama pencemaran air berasal dari limbah industri, termasuk dari sektor peternakan seperti Rumah Pemotongan Hewan (RPH) (Kurniawan, 2020). Limbah cair RPH yang tidak dikelola

dengan baik dapat mencemari lingkungan (Gading dkk., 2021) karena mengandung campuran darah, protein, lemak, dan padatan tersuspensi yang tinggi (Hendrasarie & Santoso, 2019). Kandungan tersebut dapat meningkatkan parameter pencemar seperti BOD, COD, TSS, lemak, pH, dan amonia. Pemerintah telah menetapkan baku mutu limbah cair untuk RPH, di antaranya kadar amonia sebesar 25 mg/L dan kekeruhan 30 NTU (Sari, 2018).

Amonia dalam konsentrasi tinggi bersifat racun bagi manusia, dapat menyebabkan iritasi pada kulit, mata, dan saluran pernapasan (Murti dkk., 2014). Beberapa metode telah dikembangkan untuk mengolah limbah cair RPH, seperti penggunaan upflow anaerobic filter dan biofilter. Metode ozonisasi menjadi alternatif yang menjanjikan karena ozon (O_3) merupakan oksidator kuat yang dapat mendegradasi senyawa organik tanpa meninggalkan residu kimia berbahaya, karena akan kembali menjadi oksigen setelah bereaksi (Ratnawati, 2011). Penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas ozonisasi dalam menangani limbah cair pengolahan ikan asin dan menurunkan kekeruhan pada pewarna. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji efektivitas metode ozonisasi dalam menurunkan kadar amonia dan kekeruhan pada limbah cair RPH.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 liter air limbah rumah pemotongan hewan yang diambil dari RPH Bimoku, fenol, etil alkohol 95%, $Na_2[Fe(CN)_5NO]$, $Na_2C_6H_5O_7$, NaOH, NaClO, Na_2SO_4 , NaOH, larutan HNO_3 dan aquades. Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Stopwatch, alat gelas laboratorium, timbangan analitik, pH meter, generator ozon, turbidimeter (nephelometer), dan spektrofotometer UV-Vis.

Preparasi Sampel

Sampel air limbah RPH diambil dari bak penampung, lalu disaring menggunakan penyaring, dan dituangkan dalam wadah tertutup (jerigen). Kemudian diawetkan dalam kulkas, dan sampel diambil ketika akan dianalisis.

Uji Pendahuluan

Kadar amonia, kekeruhan, dan pH awal pada sampel limbah cair RPH diukur sebelum perlakuan.

Pembuatan Kurva kalibrasi

Dioptimalkan alat spektrofotometer sesuai dengan petunjuk alat untuk pengujian kadar amonia. Dipipet 5 deret standar amonia dengan konsentrasi 0,00; 1,00; 2,00 ; 3,00;

dan 5,00 mg/L, lalu masukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer 100 mL. Kemudian ditambahkan 1 mL larutan fenol, 1 mL larutan natrium nitroprusida dan 2,5 mL larutan pengoksidasi. Kemudian dihomogenkan dan ditunggu hingga 1 jam. Lalu diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 640 nm.

Proses Ozonisasi

Proses ozonisasi dilakukan menggunakan rangkaian alat ozon sederhana. Sampel limbah cair diberi perlakuan ozonisasi dengan variasi waktu 20; 40; 60; dan 80 menit. Proses ozonisasi dilakukan dengan menyambungkan generator ozon model PX-902 secara langsung pada selang yang mengalirkan sampel. Setelah generator dihidupkan, ozon dialirkan melalui selang tersebut hingga bercampur sempurna dengan sampel.



Gambar 7. Rangkaian Alat Ozon

Generator ozon yang digunakan yaitu generator ozon dengan model PX-902 *Ozone Generator & Fruits And Vegetable Detoxification Washer*. Generator ozon ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. Voltage : AC220 V / 50 Hz
- b. Power : 15 Watt
- c. Output of ozone : ≤ 400 mg/h
- d. Size : $34 \times 12 \times 22,5$ cm
- e. Terdapat pengatur waktu

Analisis Amonia

Kadar amonia dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 640 nm berdasarkan metode Fenat (SNI 06-6989.30-2005). Sebelumnya, dibuat kurva kalibrasi menggunakan larutan standar amonia dengan konsentrasi 0; 1; 2; 3; dan 5 mg/L.

Limbah cair rumah pemotongan hewan yang telah di ozonisasi diambil sebanyak 25

mL dipipet ke dalam erlenmeyer 50 mL. Lalu ditambahkan 1 mL larutan fenol, 1 mL larutan natrium nitroprusida dan 2,5 mL larutan pengoksidasi. Kemudian dihomogenkan dan ditunggu hingga 1 jam. Selanjutnya diukur dengan spektrofotometer UV-Vis dan dicatat absorbansinya pada panjang gelombang 640 nm.

Analisis Kekeruhan

Prinsip metode nephelometri yaitu membandingkan intensitas cahaya dari contoh dengan intensitas cahaya dari suspensi standar pada kondisi tertentu. Pada larutan baku kekeruhan (larutan I) sebanyak 1,0 g hidrazin sulfat dilarutkan dalam air, kemudian encerkan sampai 100 ml dalam labu ukur sedangkan pada larutan II sebanyak 10,0 g heksametilen tetramin dilarutkan dalam air suling, kemudian encerkan sampai 100 ml dalam labu ukur. Pada larutan standar primer 4000 NTU dilakukan dengan mencampurkan 5,0 ml larutan I dengan 5,0 ml larutan II di dalam Erlenmeyer, biarkan selama 24 jam pada suhu $(25 \pm 3)^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya kalibrasi alat nephelometri dengan beberapa standar kekeruhan dan sampel dikocok dengan sempurna, diamkan sampai gelembung udara hilang, kemudian tuangkan sampel ke dalam tabung nephelometri dan baca nilai kekeruhan pada skala alat tersebut

Analisis Data

Efisiensi penurunan amonia dan kekeruhan dihitung menggunakan rumus:

$$\%P = C_0 - C_e \times 100\%$$

Keterangan:

%P = Efisiensi penurunan

C_0 = konsentrasi awal (mg/L) C_e = konsentrasi akhir (mg/L)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan penelitian ini memiliki suatu tujuan yaitu untuk mempelajari pengolahan limbah cair rumah pemotongan hewan menggunakan metode ozonisasi. Penelitian ini dilakukan melalui penentuan kondisi optimum limbah cair rumah pemotongan setelah ozonisasi dan untuk mengetahui penurunan kadar amonia dan kekeruhannya.

Hasil Uji Awal Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan

Secara fisik karakteristik limbah cair RPH pada industri ini berwarna kuning kecoklatan dan memiliki bau yang menyengat. Sampel limbah cair RPH yang diambil adalah limbah cair yang baru dihasilkan setelah proses pengkarkasan pada bak

penampungan limbah sementara. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya perubahan fisik, kimia dan biologi yang mengakibatkan terjadinya pembusukan pada air limbah (Jehadut, 2021).



Gambar 1. Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan Sebelum Ozonisasi

Jumlah sampel yang diambil sebanyak 2 liter dan disaring kemudian dimasukkan ke dalam jerigen yang tertutup. Kemudian dilakukan pengukuran terhadap kadar parameter uji yaitu Ammonia (NH_3), pH, dan Kekeruhan.

Tabel 1. Hasil uji awal limbah cair Rumah Pemotongan Hewan

Parameter	Satuan	Terukur	Baku Mutu
NH_3	mg/L	8,275	25
pH	-	7,6	6 – 9
Kekeruhan	NTU	121	30

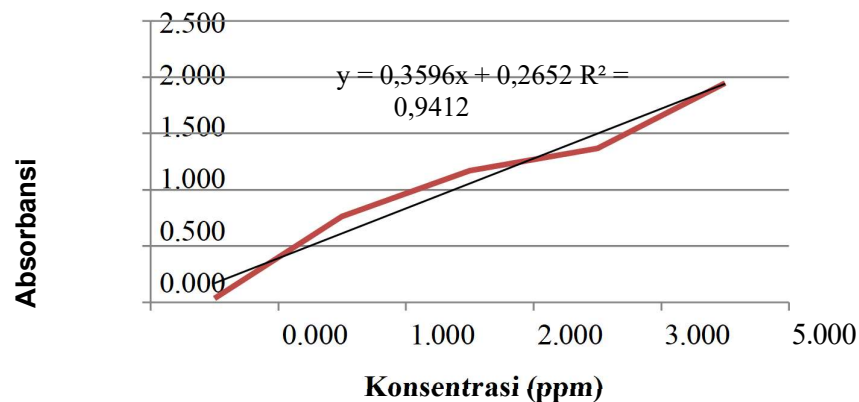
Pada tabel 1, menunjukkan bahwa kadar amonia limbah cair rumah pemotongan hewan adalah 8,275 ppm yang lebih rendah dari baku mutu yaitu 25 ppm. Kadar amonia masih rendah karena limbah yang digunakan masih segar dan proses dekomposisi bahan organik belum berlangsung secara signifikan. Kadar amonia limbah cair rumah pemotongan hewan akan semakin meningkat jika limbah tersebut tidak dilakukan pengolahan, hal ini diakibatkan adanya proses amonifikasi (terbentuknya amonia). Limbah cair rumah pemotongan hewan yang tidak diolah mengakibatkan peningkatan kadar amonia secara cepat karena dekomposisi protein dan urea untuk itu perlu dilakukan tindakan pengolahan limbah cair rumah pemotongan hewan untuk mencegah akumulasi

amonía.

Kekeruhan pada limbah cair rumah pemotongan hewan sangat tinggi yaitu 121 NTU, jika dibandingkan dengan baku mutu yaitu 30 NTU hal ini disebabkan oleh banyaknya partikel tersuspensi dari bahan organik seperti darah, lemak, potongan jaringan hewan kotoran (feses dan urin) dan sisa pakan / jerami. Selain itu tingginya kekeruhan pada limbah segar rumah pemotongan hewan tergantung pada aktivitas penyembelihan dan sistem pembersihan. Kekeruhan yang tinggi ini dapat menurunkan kualitas air buangan, menyulitkan proses desinfeksi dan merupakan indikator bahan organik yang tinggi (BOD dan COD) Oleh karena itu diperlukan pengolahan demi menurunkan kadar kekeruhan.

Kurva Kalibrasi

Kurva kalibrasi adalah metode statistik yang digunakan untuk mengetahui perbandingan pengaruh kadar analit dengan respon alat (instrument). Untuk membuat kurva kalibrasi, terlebih dahulu dipersiapkan larutan kerja ammonia dengan konsentrasi 10 mg/L, kemudian membuat beberapa variasi konsentrasi NH_3 yaitu 0; 1; 2; 3; dan 5 ppm dengan panjang gelombang 640 nm. Data yang didapat kemudian di buat kurva hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi.



Gambar 2 Kurva Kalibrasi Standar Amonia

Berdasarkan kurva kalibrasi di atas terlihat bahwa kurva kalibrasi standar amonia yang terbentuk memiliki persamaan $y = 0,3596x + 0,2652$ dengan nilai $R^2 = 0,9412$. Persamaan regresi yang dihasilkan dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi amonia dengan memasukkan nilai absorbansi.

Pengaruh Ozonisasi Terhadap Penurunan Kekeruhan Dengan Variasi Waktu

Data pengaruh ozonisasi terhadap kekeruhan dengan variasi waktu yaitu 20; 40; 60 dan 80 menit dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 3, dari tabel dan gambar diperoleh data bahwa lamanya waktu ozonisasi dapat menurunkan kekeruhan.

Tabel 2. Pengaruh waktu terhadap penurunan persentase (%) kekeruhan

Variasi waktu	Persentase penurunan (%)
20 Menit	9,91%
40 Menit	13,22%
60 Menit	22,31%
80 Menit	9,09%

Pengolahan limbah dan ozonisasi memiliki pengaruh yang besar dalam menurunkan kekeruhan limbah cair. Ozon yang dihasilkan dalam proses ozonisasi merupakan oksidator kuat yang memecah bahan organik kompleks seperti protein, lemak dan darah menjadi senyawa yang lebih sederhana dan larut dalam air (Sari, 2017).

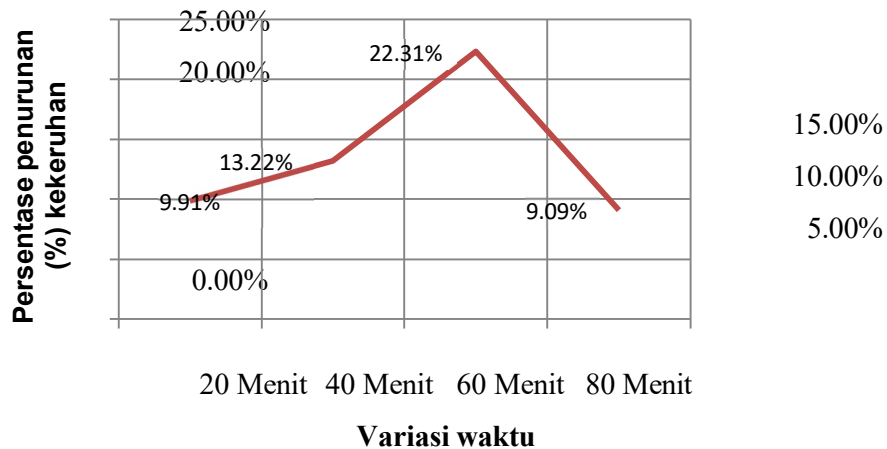


(a)

(b)

Gambar 3. Kondisi fisik kekeruhan limbah cair RPH setelah ozonisasi pada variasi waktu (a). 60 menit dan (b). 80 menit.

Hal ini menyebabkan partikel besar yang menyebabkan kekeruhan menjadi lebih kecil dan terlarut sehingga kekeruhannya menurun. Berdasarkan hasil yang diperoleh persentase kekeruhan yang optimum yaitu 22,31 % pada menit ke 60, hal ini menunjukkan bahwa semakin lama proses ozonisasi semakin banyak pula ozon yang dihasilkan untuk mengoksidasi bahan organik dari limbah cair rumah pemotongan hewan. Pada menit ke 80, persentase penurunan kekeruhan yaitu 9,09 %, hal ini menunjukkan bahwa ozonisasi memasuki fase jenuh dimana senyawa yang tersisa lebih resisten terhadap oksidasi (Dianawati dkk., 2017).



Gambar 4. Grafik pengaruh waktu terhadap persentase penurunan (%) kekeruhan

Berdasarkan hasil yang disajikan pada tabel 2 dan gambar 3, dapat dilihat adanya pengaruh yang signifikan dari variasi waktu terhadap persentase penurunan kekeruhan. Selain itu, pH juga memiliki peran penting dalam menentukan kekeruhan limbah cair. pH berpengaruh terhadap bentuk kimia dan stabilitas partikel yang tersuspensi, serta kelarutan senyawa organik dan anorganik.

Pada limbah cair rumah pemotongan hewan dengan pH 7,6, kondisi ini mendukung penggumpalan dan pengendapan partikel tersuspensi seperti lumpur dan protein. Menariknya, selama proses ozonisasi, terjadi peningkatan pH karena ozon mengoksidasi senyawa asam menjadi senyawa netral, yang secara tidak langsung mendukung penurunan kekeruhan.

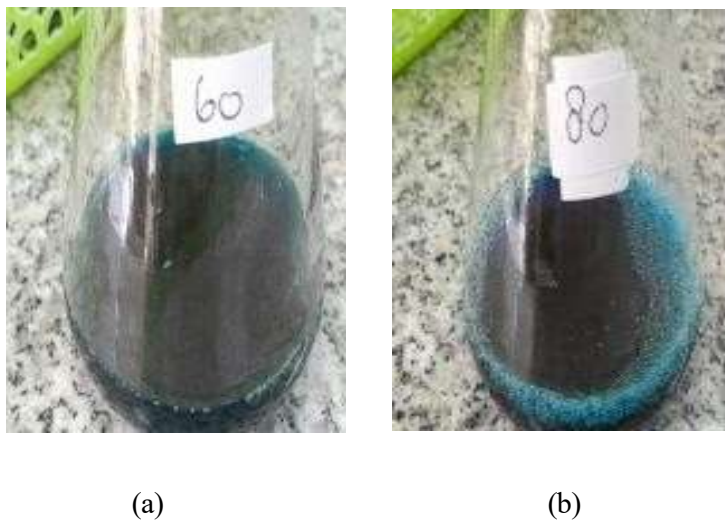
Pengaruh Ozonisasi Terhadap Penurunan Persentase (%) NH_3 Pada Berbagai Variasi Waktu

Data pengaruh ozonisasi terhadap kadar ammonia dengan variasi waktu yaitu 20; 40; 60 dan 80 menit dapat dilihat pada tabel 3 dan gambar 5, diperoleh data bahwa setiap perubahan waktu akan menghasilkan kadar NH_3 yang berbeda.

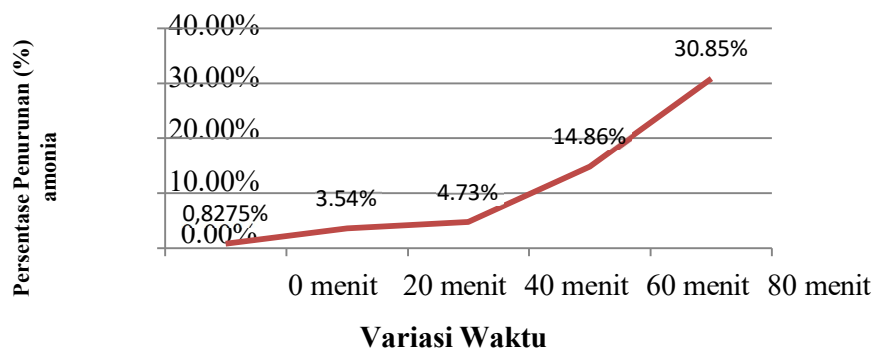
Tabel 3. Pengaruh waktu terhadap penurunan persentase (%) amonia

Variasi waktu	Persentase penurunan (%)
0 Menit	0,8275%
20 Menit	9,91%
40 Menit	13,22%
60 Menit	22,31%
80 Menit	9,09%

Waktu ozonisasi berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar amonia pada limbah cair rumah pemotongan hewan seperti ditunjukkan pada tabel 3, penambahan waktu ozonisasi mengakibatkan jumlah ozon dalam limbah semakin besar. Ozon (O_3) mengoksidasi amonia menjadi senyawa lain yang kurang berbahaya seperti nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-) atau bahkan nitrogen gas (N_2). proses reaksi yang mungkin terjadi adalah.

$$NH_3 + O_3 \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^- \rightarrow N_2(gas)$$


Gambar 5. Hasil analisis kadar amonia setelah ozonisasi pada variasi waktu yaitu (a). 60 menit dan (b). 80 menit.



Gambar 6 Grafik pengaruh waktu terhadap penurunan persentase (%) amonia

Persentase penurunan (%) yang optimum yaitu pada menit ke 80 yaitu 30,5%. Persentase ini akan terus meningkat hingga waktu tertentu. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Isyuniarto & Purwadi, 2006) dimana mengalami penurunan efisiensi amonia sebesar 68,5 % pada menit ke 60.

Pengaruh Waktu Ozonisasi Terhadap pH

Pada data tabel 4, pengukuran pH rata-rata awal limbah cair rumah pemotongan

hewan adalah 7,60. Selama proses ozonisasi, diamati peningkatan pH yang konsisten di seluruh interval waktu yang diuji. pH secara bertahap meningkat dari 7,60 menjadi rata-rata 8,53 pada 80 menit. Meskipun terdapat sedikit penurunan pada 40 menit (8,29) dibandingkan dengan 20 menit (8,38), kondisi keseluruhan menunjukkan peningkatan pH seiring dengan bertambahnya waktu ozonisasi.

Tabel 4. Pengaruh waktu ozonisasi terhadap pH

pengulangan	Hasil Pengukuran pH				
	Pretest	Setelah dikontakkan dengan ozon			
		20 menit	40 menit	60 menit	80 menit
1	7,61	8,39	8,3	8,49	8,54
2	7,6	8,38	8,3	8,5	8,53
3	7,6	8,39	8,29	8,51	8,54
Rata - rata	7,6	8,38	8,29	8,5	8,53

Pada proses ozonsasi juga terjadi peningkatan pH, terutama disebabkan oleh kemampuan ozon untuk mengoksidasi asam kuat atau amonia yang ada dalam air limbah. Proses oksidasi ini mengubah senyawa asam atau amonia menjadi senyawa yang lebih netral atau basa, seperti nitrat (NO_3^-). Pembentukan senyawa netral atau basa ini secara efektif mengonsumsi komponen asam atau menghasilkan komponen alkali, yang pada akhirnya menyebabkan peningkatan pH keseluruhan larutan (Prabawa, S., dkk. 2021).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Waktu ozonisasi berpengaruh dalam menurunkan kadar amonia dan kekeruhan secara signifikan, waktu optimum dalam menurunkan kadar amonia adalah pada menit ke 80. Sedangkan waktu optimum dalam menurunkan kekeruhan ialah pada menit ke 60.
2. Persentase kadar amonia yang optimum pada menit ke 80 ialah sebesar 30,5 % dan persentase kekeruhan pada menit ke 60 ialah sebesar 22 %.

Saran

1. Perlu dilakukan ozonisasi limbah cair rumah pemotongan hewan dengan variasi yang lain seperti pengukuran suhu yang belum dilakukan pada penelitian ini.
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu melakukan penambahan waktu yang lebih lama lagi

saat proses ozonisasi agar hasil NH_3 dan Kekeruhan yang di dapat lebih optimal.

3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan parameter-parameter lain seperti BOD, COD atau TSS.

DAFTAR PUSTAKA

- Dianawati, R. I., Wahyuningsih, N. E., & Nur, M. 2017. Efektivitas Ozon Dalam Menurunkan Kadar TSS dan Nilai pH Limbah Cair Rumah Sakit dr. Adhyatma, MPH Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 5(5): 815-823.
- Farahdiba, U. A., Latifah, J. A., & Mirwan, M. 2019. Penurunan Ammonia Pada Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan (RPH) Dengan Menggunakan Upflow Anaerobic Filter. *Jurnal Envirotek*. 11(1): 31-38.
- Gading, B. M., Respati, A. N., & Suryanto, E. 2021. Studi Kasus: Permasalahan Limbah Di Tempat Pemotongan Hewan (TPH) Amessangeng, Kota Sengkang . *Jurnal Triton*. 68- 77.
- Hendrasarie, N., & Santoso, B. A. 2019. Pengolahan Limbah Cair Rumah Potong Hewan Menggunakan Rotating Biological Cantactor Modifikasi Sludge Zone. *Journal Reasearch and Technology*. 168-177.
- Isyuniarto., & Purwadi, A. 2006. Kajian Penggunaan Oksidan Ozon Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Udang. *Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan BATAN*. 9(1): 19-24.
- Jehadut, K. F. 2021. Penurunan Kadar COD, TSS Dan pH limbah Cair Tahu Menggunakan Elektoda Al-C Metode elektrodegradasi. *Skripsi*. Kupang: Program Studi Kimia Universitas Nusa Cendana.
- Kurniawan, R. B. 2020. *Pengelolaan Limbah Rumah Pemotongan Hewan Unit*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya.
- Murti, R. S., & Purwanti, H. M. C . 2014. Optimasi Waktu Reaksi Pembentukan Kompleks Indofenol Biru Stabil Pada Uji N-Amonia Air Limbah Industri Penyamakan Kulit Dengan Metode Fenat. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. 30(1): 29-34.
- Prabawa, S., Ramadhanty, P., Kawiji., & Yudhistira, B. 2021. Pengaruh Variasi Waktu Ozonisasi dan Suhu Penyimpanan Terhadap Karakteristik Fisika, Kimia, dan Sensoris pada Daging Ayam Broiler (*Gallus domesticus*). *Jurnal ilmiah rekayasa pertanian dan biosistem*. 9(2): 168-184.
- Ratnawati, E. 2011. Pengaruh Waktu Reaksi Dan Suhu Pada Proses Ozonasi Terhadap Penurunan Warna, COD dan BOD Air Limbah Industri Tekstil. *Jurnal Kimia Keemasan*. 33(01): 107-112.
- Sari, E. D. 2018. Kandungan Limbah Cair Berdasarkan Parameter Kimia Di Inlet Dan Outlet Rumah Pemotongan Hewan (Studi di Rumah Pemotongan Hewan Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember). *Skripsi*. Kabupaten Jember: Bagian Kesehatan Lingkungan dan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
- Standar Nasional Indonesia. 2005. Air Dan Air Limbah-Bagian 30 : Cara Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometer secara Fenat. Teknik Manajemen Lingkungan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2005. Air Dan Air Limbah-Bagian 25 : Cara Uji Kekeruhan dengan Nefelometer. Teknik Manajemen Lingkungan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.