

## Kinetika Reaksi Ozonasi Limbah Cair Pabrik Pakan Ternak pada Kolom Berpacking

Alda Alfarizma, Rizky Bali Seantya, Ketut Sumada<sup>\*)</sup>

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik,  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60294, Indonesia

<sup>\*)</sup>Penulis Korespondensi: [sumadaketut@gmail.com](mailto:sumadaketut@gmail.com)

Received 9 Maret 2020; Accepted 30 Desember 2020; Available online 26 februari 2021

### Abstrak

*Pengolahan air dan air limbah merupakan salah satu masalah besar yang dihadapi dunia saat ini. Air limbah industri pakan ternak banyak mengandung bahan-bahan organik yang ditandai dengan besarnya nilai COD dari limbah tersebut. Berdasarkan hasil analisa diketahui limbah cair industri pakan ternak mengandung kadar COD sebesar 1035,97 mg/l dan pH sebesar 7,8. Kinetika kimia digunakan dalam penelitian di industri dan perancangan alat industri. Tujuan utama kinetika kimia ialah menjelaskan bagaimana laju bergantung pada konsentrasi reaktan. Limbah cair pakan ternak yang sudah dianalisa kadar COD awal, kemudian diencerkan dengan aquadest sampai konsentrasi yang telah ditentukan yaitu 1000 mg/l, 800 mg/l, 600 mg/l, 400 mg/l, dan 200 mg/l. Lalu diozonasi selama waktu yang telah ditentukan dengan variasi waktu 100 menit, 120 menit, 140 menit, 160 menit, dan 180 menit. Kemudian dianalisa penurunan kadar COD. Hasil penyisihan kadar COD mencapai 99% terjadi pada konsentrasi COD awal 200 mg/l. Waktu ozonasi yang terbaik yakni pada waktu 100 menit dengan kadar COD 38,05 mg/l. Reaksi ozonasi limbah cair industri pakan ternak mengikuti reaksi orde 2. Hal ini dikarenakan pada orde reaksi 2 didapatkan nilai  $R^2$  paling mendekati 1, yaitu  $R^2 = 0.77178$ .*

**Kata kunci:** COD, Kinetika Kimia, Limbah Cair Industri Pakan Ternak

### Abstract

*Water and wastewater treatment is one of the big problems facing the world today. Animal feed industry wastewater contains many organic materials that are marked by the large COD value of the waste. Based on the analysis, it is known that the liquid waste of the animal feed industry contains COD levels of 1035.97 mg/l and a pH of 7.8. Chemical kinetics is used in industrial research and industrial tool design. The main purpose of chemical kinetics is to explain how the rate depends on the reactant concentration. Animal feed liquid waste that has been analyzed initial COD levels then diluted with distilled water to a predetermined concentration of 1000 mg/l, 800 mg/l, 600 mg/l, 400 mg/l, and 200 mg/l. Then ozonated for a specified time with a variation of time 100 minutes, 120 minutes, 140 minutes, 160 minutes, and 180 minutes. Then analyzed the decrease in COD levels. The result of the removal of 99% COD occurred at an initial COD concentration of 200 mg/l. The best ozonation time is at 100 minutes with a COD level of 38.05 mg/l. The ozonation reaction of the animal feed industry wastewater follows the order of reaction 2. This is because in the reaction order 2 obtained the value of  $R^2$  closest to 1, namely  $R^2 = 0.77178$ .*

**Key words:** Animal Feed Industry Liquid Waste, Chemical Kinetics, COD

## **PENDAHULUAN**

Air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair yang dibuang ke lingkungan yang dapat menurunkan kualitas lingkungan. Limbah cair merupakan air yang mengandung polutan. Polutan tersebut dapat berupa substansi terlarut baik organik maupun anorganik, berupa koloid serta padatan tersuspensi. Polutan organik misalnya organisme, sedangkan anorganik seperti pasir, mineral juga logam berbahaya[1].

Bahan pencemar yang terkandung dalam air limbah dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. aktivitas yang menghasilkan air limbah misalnya aktivitas rumah tangga, perkantoran, pertanian, industri dan sebagainya. Bahan pencemar yang terkandung dalam air limbah tergantung pada jenis aktivitasnya. Bahan pencemar yang terkandung dalam air limbah diklasifikasikan menjadi bahan organik, anorganik, dan mikroorganisme [2].

Aktivitas industri merupakan sumber pencemaran air karena menghasilkan limbah yang cukup besar setiap proses produksi. Sehingga setiap industri wajib melakukan pengolahan limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Ada berbagai metode penurunan limbah cair di industri, yaitu, dengan menggunakan bahan kimia, dengan cara elektrokimia (oksidasi reduksi), metode biologis, serta menggunakan lumpur aktif [3]. Selain itu ada cara yang akhir akhir ini banyak digunakan, yaitu dengan cara ozonasi. Ozon merupakan bahan kimia yang sangat reaktif digunakan dalam pengolahan limbah sebagai desinfeksi, menghilangkan warna, degradasi dari mikropolutan organik [4]

Menurut Estikarini, dkk (2016) ozonasi merupakan pengolahan limbah

cair ramah lingkungan yang memanfaatkan radikal hidroksil untuk menyisihkan senyawa-senyawa organik yang ada di dalam air limbah. Metode Ozonasi mampu mengoksidasi materi polutan dalam air limbah sehingga dapat menyisihkan kadar COD [5].

Studi ozonasi senyawa organik telah dilakukan oleh Rezagama (2013). Pada penelitian tersebut, ozonasi dilakukan pada senyawa organik air Lindi pada Tempat pemrosesan Akhir Sarimukti. Pada penelitian tersebut juga diteliti laju reaksi ozon dalam air lindi, serta pengaruh variasi debit ozon, rasio tinggi diameter reaktor dan pH terhadap senyawa organik. hasil yang diperoleh adalah bahwa Peningkatan debit pemompaan udara dan pening- katan pH membuat proses transfer ozon yang semakin baik. Nilai konstanta terbaik terjadi pada pH 11 di mana nilai konstanta laju reaksi ozon sebesar 1,48. Sedangkan rata-rata presentase penyisihan bahan organik COD 31% dan TOC 26%. Penurunan bahan organik mengindikasikan terjadinya proses mineralisasi zat organik air lindi[6].

Analisis ozonasi limbah cair pada industri pulp dan kertas diteliti oleh Sopiah, dkk (2008). Penurunan COD dengan proses ozonasi mencapai 33% [7]

Penelitian Fajri,N dkk (2017) mempelajari penurunan parameter BOD, COD dan TSS dengan metode koagulasi flokulasi menggunakan koagulan aluminium sulfat dan metode ozonisasi pada proses pengolahan lindi di TPA Jatibarang. Hasil penelitian meberikan presentase penyisihan BOD, COD dan TSS terbaik saat menggunakan dosis ozon 60ppm dengan waktu pengolahan 180menit, yaitu didapatkan efisiensi penyisihan parameter BOD, COD, dan TSS adalah 37%, 39% dan 37% [8].

Berdasarkan hasil uji analisa COD dari limbah cair pakan ternak belum memenuhi nilai standar baku mutu limbah

cair sesuai dengan peraturan yang telah dikeluarkan. Oleh karena itu limbah tersebut perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu agar dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang ada di sekitar industri, maka pada penelitian kali ini mengenai pengolahan limbah cair pakan ternak dengan cara ozonasi agar memenuhi standar baku mutu yang baik saat pembuangan limbah ke aliran buangan/sungai. Selain itu, dalam penelitian kali ini juga mengkaji kinetika reaksi yang membahas mengenai kadar COD sebagai fungsi waktu dalam metode ozonasi dipelajari kinetika reaksi ozonasinya.

### METODE PENELITIAN

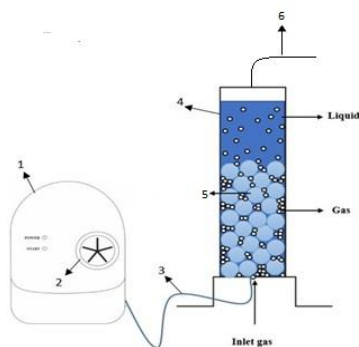
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Riset Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

### Bahan

Bahan yang digunakan yaitu, limbah cair pabrik pakan ternak, ozon ( $O_3$ ), bahan kimia untuk analisa COD.

### Alat

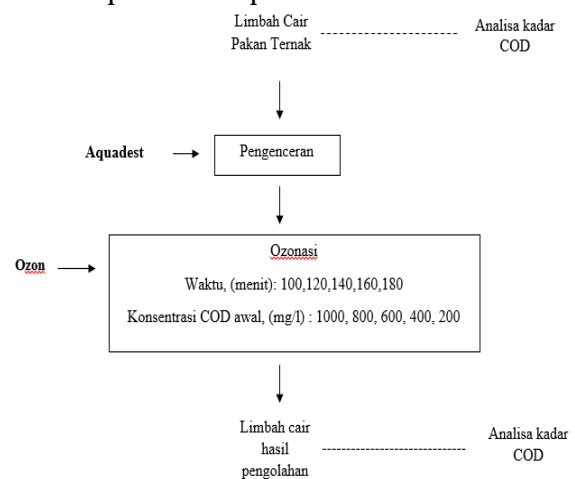
Peralatan utama yang digunakan yaitu, serangkaian alat ozonasi, kolom berpacking, stopwatch, kelereng kecil dan pH meter.



Gambar 1. Serangkaian Alat Ozonasi

### Prosedur

Limbah cair industri pakan ternak yang sudah di analisa kadar COD dan BOD awal. Kemudian dilakukan pengenceran dari limbah cair pakan ternak hasil analisa kadar COD dan BOD sebelumnya dengan aquadest, sehingga didapatkan konsentrasi yang telah ditentukan. Diozonasi selama waktu yang telah ditentukan dengan bantuan alat ozonizer, dengan cara menginjekkan ozon dalam kolom berpacking. Limbah cair pakan ternak yang sudah diozonasi dianalisa penurunan kadar COD dan BOD. Proses pengenceran, proses ozonasi, dan analisa limbah cair pakan ternak setelah diozonasi dilakukan secara berulang sesuai dengan variable yang telah ditentukan. Diagram alir percobaan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Proses Ozonasi Limbah Cair Pakan Ternak

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisa diketahui limbah cair industri pakan ternak mengandung kadar COD sebesar 1035,97 mg/l dan pH sebesar 7,8. Standart baku mutu yang ditetapkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 dengan parameter COD dan BOD, dengan nilai COD sebesar 100 mg/l dan pH sebesar 6-9 . standard baku mutu seperti disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Standar Baku Mutu Limbah Cair

| No | Parameter | Satuan | Kadar Maksimum |
|----|-----------|--------|----------------|
| 1. | pH        | mg/L   | 6,0 - 9,0      |
| 2. | TSS       | mg/L   | 150            |
| 3. | BOD       | mg/L   | 50             |
| 4. | COD       | mg/L   | 100            |

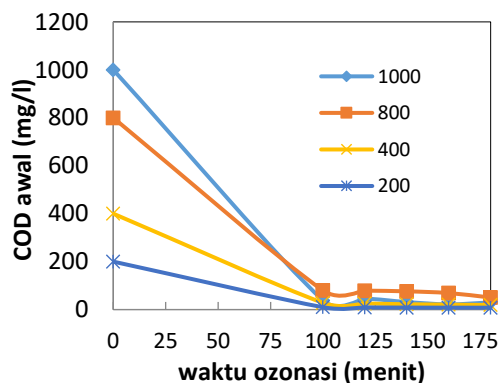
Berdasarkan pada kondisi limbah dan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 maka air limbah industri pakan ternak diwajibkan untuk dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum air limbah tersebut dibuang ke sungai/badan sungai[9].

Tabel 2. Hasil Uji Kualitas Air Limbah Pakan Ternak.

| Parameter Uji | Satuan | Hasil Uji | Metode Uji          |
|---------------|--------|-----------|---------------------|
| pH            | -      | 7,58      | SNI 06-6989.11-2004 |
| COD           | mg/L   | 1035.97   | SNI 6989.2 : 2009   |

### Laju Degradasi COD

Hubungan antara konversi COD yang dihasilkan (mg/L) dan waktu ozonasi (menit) pada berbagai konsentrasi COD awal (mg/L) dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



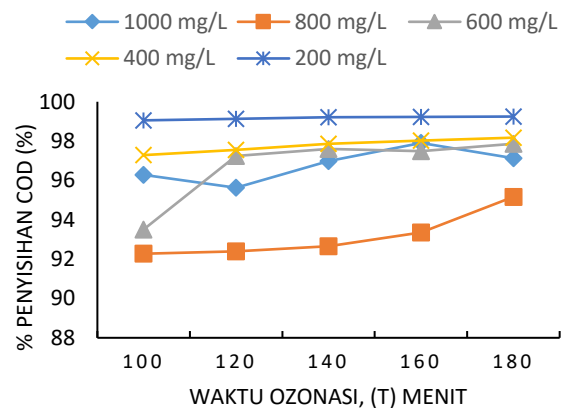
Gambar 3. Hubungan konversi COD yang dihasilkan (mg/L) dan waktu ozonasi (menit) pada berbagai konsentrasi COD awal (mg/L)

Dari gambar 3 terlihat bahwa untuk semua konsentrasi COD, semakin lama waktu ozonasi semakin besar penurunan kadar COD dari limbah. Dimana penurunan kadar COD secara signifikan terjadi sampai

menit ke 100. Setelah menit ke 100 penurunan COD tidak terlalu signifikan dan cenderung konstant. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Ratnawati (2011) dimana pada penelitiannya dengan variabel waktu ozonasi 20-60 menit, memberikan hasil terbaik adalah pada saat 60 menit[10].

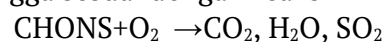
### Persen Penyisihan COD Limbah Cair Pakan Ternak (%)

Hubungan antara % penyisihan COD dengan waktu ozonasi pada berbagai konsentrasi COD awal (mg/L) dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



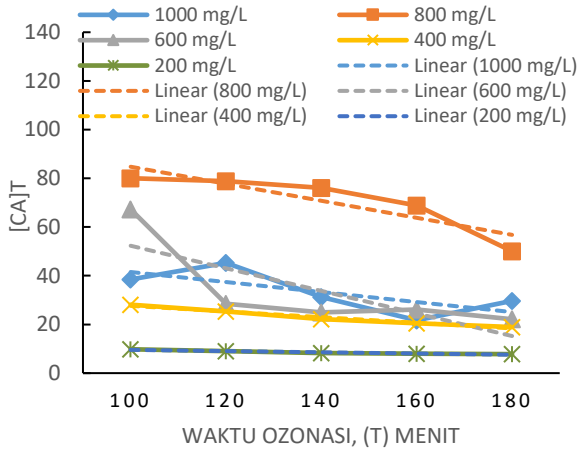
Gambar 4. Hubungan antara % penyisihan COD dengan waktu ozonasi pada berbagai konsentrasi COD awal (mg/L)

Dari gambar 4. terlihat bahwa semakin lama waktu ozonasi maka semakin besar pula penurunan kadar COD limbah cair pakan ternak. Sehingga % penyisihan COD yang dihasilkan akan semakin besar. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya waktu ozonasi mengakibatkan jumlah ozon di dalam larutan limbah akan semakin banyak, sehingga jumlah ion OH<sup>-</sup> radikal dan ozon yang mengoksidasi zat organik pada limbah juga akan semakin banyak. Semakin banyak zat organik yang teroksidasi menyebabkan nilai COD turun, sehingga sesuai dengan reaksi



**Penentuan Orde Reaksi Berdasarkan Orde Reaksi = 0**

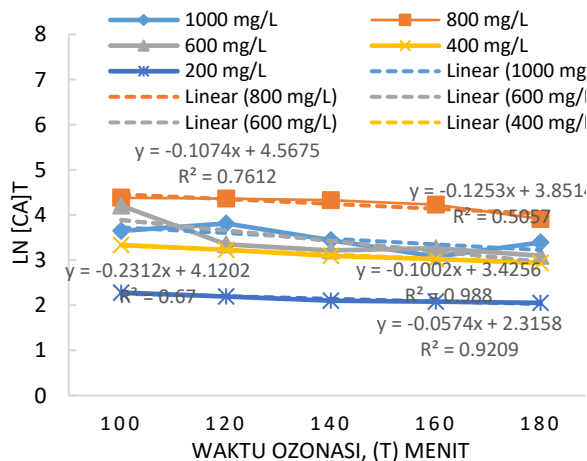
Hubungan antara  $[CA]_t$  dan waktu ozonasi (menit) pada berbagai konsentrasi COD awal (mg/L) dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 5. Hubungan antara  $[CA]_t$  dan waktu ozonasi (menit) pada berbagai konsentrasi COD awal (mg/L)

**Penentuan Orde Reaksi Berdasarkan Orde Reaksi = 1**

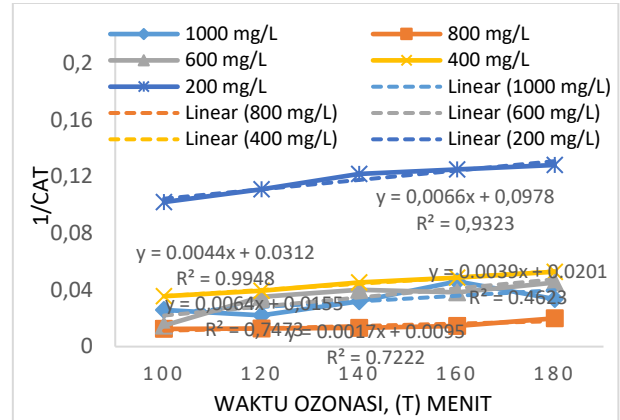
Hubungan antara  $\ln [CA]_t$  dan waktu  $t$ (menit) pada berbagai konsentrasi COD awal (mg/L) dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 6. Hubungan antara  $\ln [CA]_t$  dan waktu  $t$  (menit) pada berbagai konsentrasi COD awal (mg/L)

**Penentuan Orde Reaksi Berdasarkan Orde Reaksi = 2**

Hubungan antara  $1/[CA]_t$  dan waktu  $t$  (menit) pada berbagai konsentrasi COD awal (mg/L) dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 7. Hubungan antara  $1/C_{At}$  dengan waktu  $t$  (menit) pada berbagai konsentrasi COD awal (mg/L)

**KESIMPULAN**

Dari hasil analisis data yang dilakukan pada penelitian, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu Persen penyisihan COD terbesar mencapai 99% terjadi pada konsentrasi COD awal 200 mg/l dengan nilai kadar COD akhir sebesar 8,2 mg/l. Waktu ozonasi terbaik yaitu pada rentang waktu 100 menit dengan nilai kadar COD 38.50 mg/L.

Reaksi ozonasi limbah cair industri pakan ternak mengikuti reaksi orde 2. Hal ini dikarenakan pada orde reaksi 2 didapatkan nilai  $R^2$  paling mendekati 1, yaitu  $R^2 = 0.77178$ . Semakin besar nilai kadar COD awal, maka laju degradasinya akan semakin besar. Berdasarkan nilai baku mutu limbah cair yaitu sebesar 100 mg/l, keseluruhan hasil penelitian menunjukkan memenuhi standart baku mutu. Proses ozonasi akan memenuhi baku mutu jika nilai kadar COD awal maksimal sebesar 1000 mg/l.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Hidayat, *Bioproses Limbah Cair*. Penerbit Andi, 2016.
- [2] I. Machdar, *Pengantar Pengendalian Pencemaran: Pencemaran Air, Pencemaran Udara, dan Kebisingan*. Deepublish, 2018.
- [3] L. M. Arief dan others, *Pengolahan Limbah Industri: Dasar-dasar pengetahuan dan aplikasi di tempat kerja*. Penerbit Andi, 2016.
- [4] M. A. Rasool, B. Tavakoli, N. Chaibakhsh, A. R. Pendashteh, dan A. S. Mirroshandel, "Use of a plant-based coagulant in coagulation--ozonation combined treatment of leachate from a waste dumping site," *Ecol. Eng.*, vol. 90, hal. 431–437, 2016.
- [5] H. D. Estikarini, M. Hadiwidodo, dan V. Luvita, "Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Tekstil dengan Metode Ozonasi," *J. Tek. Ling*, vol. 5, no. 1, hal. 1–10, 2016.
- [6] A. Rezagama, "Studi Ozonisasi Senyawa Organik Air Lindi Tempat Pemrosesan Akhir Sarimukti," *Teknik*, vol. 34, no. 2, hal. 82, 2013, doi: 10.14710/teknik.v34i2.5630.
- [7] N. Sopiah, F. Suciati, M. A. Kholiq, D. Aviantara, dan R. Sutamihardja, "Analisis Ozonasi Limbah cair Black liquor dari Industri Pulp dan Kertas," *Ecolab*, vol. 2, no. 2, hal. 43–49, 2008.
- [8] N. F. R, M. Hadiwidodo, dan A. Rezagama, "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. Lingkung.*, vol. 6, no. 1, hal. 1–13, 2017, [Daring]. Tersedia pada: <https://media.neliti.com/>.
- [9] P. G. J. Timur, "Baku Mutu Alir Limbah Industri.[Serial Online]." 2013.
- [10] E. Ratnawati, "Pengaruh Waktu Reaksi dan Suhu Pada Proses Ozonasi Terhadap Penurunan Warna, COD dan BOD Air Limbah Industri Tekstil," *J. Kim. dan Kemasan*, vol. 33, no. 1, hal. 107, 2011, doi: 10.24817/jkk.v33i1.1836.